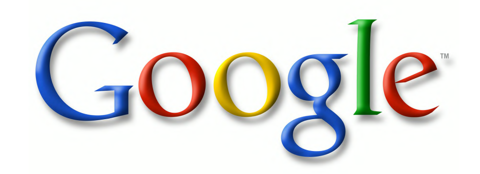
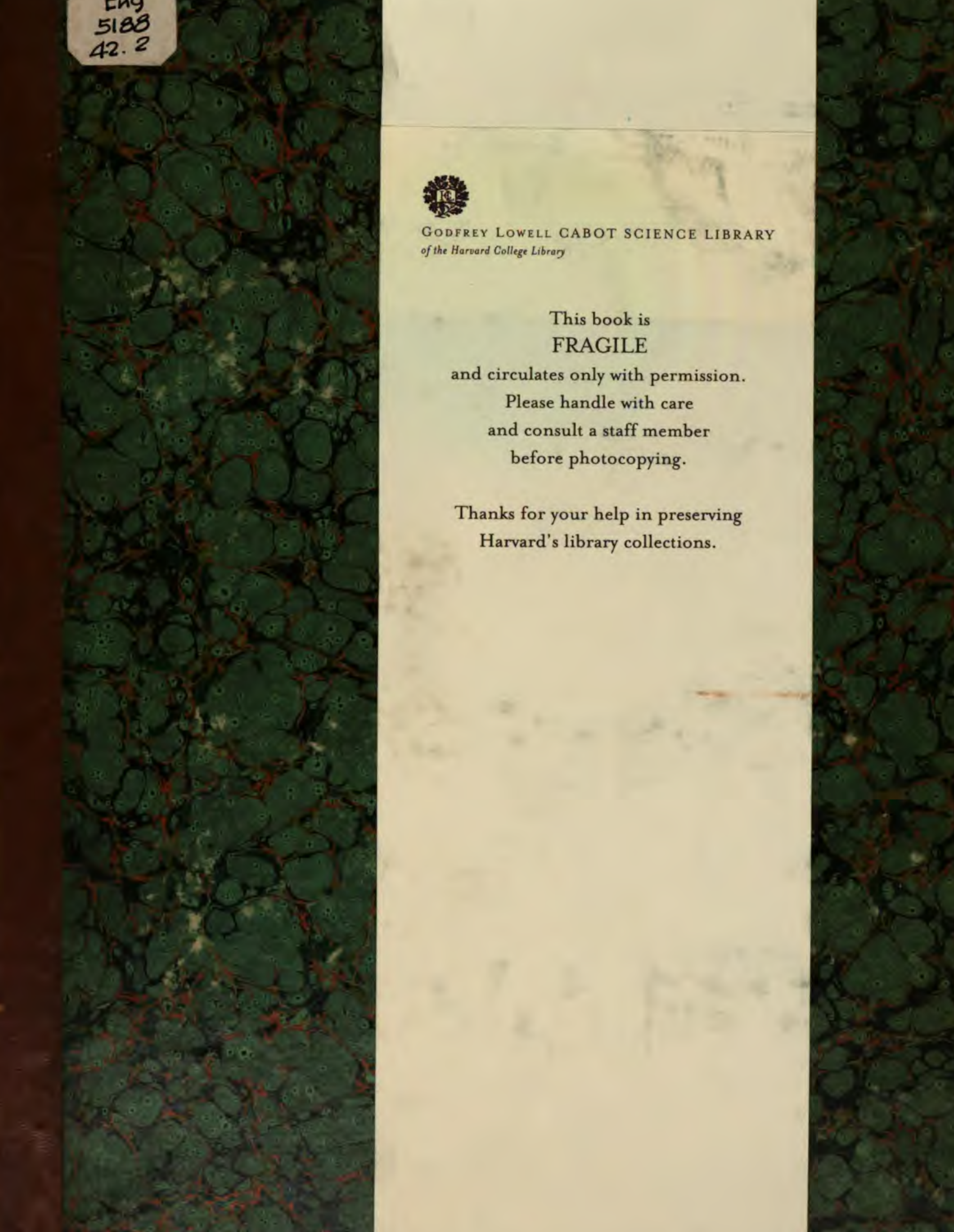

Google


Eng
5188
42.2
GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library
This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.
Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.

Eng

ARY

UND

ND

SCIENCES
NCES

ARY

DE L'ÉTAT ACTUEL

DE LA

NAVIGATION PAR LA VAPEUR.

AIX. — Imprimerie de Nicot et Pardigon. — 1845.

DE L'ÉTAT ACTUEL

DE LA

NAVIGATION

PAR LA VAPEUR.



SUPPLÉMENT.

DESCRIPTION ET DÉTAILS DE CONSTRUCTION D'UN APPAREIL A VAPEUR MARIN.

Instruction sur la conduite, la manœuvre et l'entretien des Machines à bord des Bâtiments à Vapeur.

PAR **A. CAMPAIGNAC**,

Ancien Ingénieur de la Marine Royale, etc., etc., Directeur de l'Ecole Royale d'Arts et Métiers d'Aix.



PARIS,
LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE-INDUSTRIELLE
DE L. MATHIAS (AUGUSTIN),
QUAI MALAQUAIS, 15.

1845.

DESCRIPTION ET DÉTAILS

DE CONSTRUCTION

D'UN APPAREIL A VAPEUR MARIN.



Depuis près de quarante ans que la machine à vapeur a été appliquée avec succès à la navigation maritime par le moyen de propulsion des roues à aubes, elle est restée à peu près telle qu'elle fut arrêtée de concert entre Watt et Fulton pour le premier bateau à vapeur que celui-ci fit construire en Amérique (1), tant sous le rapport du mode d'emploi de la force élastique de la vapeur que sous celui du genre de structure du mécanisme. Toutes les améliorations qu'a reçues successivement la machine à vapeur marine à basse pression et à balancier, sont dues au génie de Watt et à ses aides et successeurs, et les appareils de ce genre, les plus perfectionnés jusqu'à ce jour, sont ceux construits par MM. Maudslay et Field ou par MM. Miller et Ravenhill. C'est un appareil fabriqué dans le premier de ces deux établissements que nous allons décrire, parce que nous avons été en position d'en relever et étudier toutes les parties.

Le rapport de M. Hubert sur les détails de construction des machines du

---

(1) « Fulton fit exécuter, par la compagnie anglaise de Watt et Boulton, une machine à vapeur dont la force était équivalente à celle de vingt chevaux; il la fit transporter en Amérique pour l'établir sur le premier bateau qu'il construisit à New-York. En 1807, ce bateau commença ses voyages. Pour parcourir la distance de 120 milles qui sépare New-York d'Albany » (D'après les itinéraires, cette distance est de 145 milles anglais), « il mit 32 heures en allant et 30 en revenant. » (Bon. C. Dupin, Rapport à l'Institut sur le Mémoire de M. Marestier. *Bateaux à vapeur des Etats-Unis d'Amérique.*)

Sphinx (1830), fabriquées par M. Fawcett, de Liverpool, est sans contredit le meilleur guide pratique qu'on puisse mettre entre les mains des personnes qui s'occupent spécialement de la construction de ce genre de machines à vapeur. (*État actuel de la navigation par la vapeur*, pag. 46.) On ne saurait donc mieux faire que d'adopter l'ordre suivi par M. Hubert, dans la description détaillée d'un appareil à vapeur de MM. Maudslay, et nous n'aurons que très peu de changements à apporter à un travail semblable de M. l'ingénieur de Lavrignais, qui a déjà décrit, suivant les mêmes principes, l'appareil de 60 chevaux de *l'Erèbe* provenant aussi des ateliers de ces constructeurs.

Nous ferons remarquer que, sauf quelques petits détails, les machines à balancier ayant l'arbre d'aplomb au-dessus du cylindre à vapeur et les machines sans balancier ou à *action directe*, dont on cherche de nouveau à introduire l'usage, se trouvent implicitement comprises dans cette description, puisqu'elles ne diffèrent des machines à balancier ordinaires que par les dispositions d'ensemble de leurs principaux organes, ou par le mode de transmission de mouvement du piston moteur aux roues à aubes.

Sous le rapport commercial, les machines à action directe, par la réduction du volume, du poids et de la dépense de premier établissement, peuvent réunir des avantages qui compensent ceux d'équilibre et de régularité d'action dont jouissent au plus haut degré les machines à balancier; et cette question nous paraît avoir été jusqu'à présent le plus complètement résolue par le nouvel appareil à action directe que MM. Miller et Ravenhill ont construit pour le gouvernement français, ou par celui de MM. Benet et Comp^e^, de la Ciotat, sur les bateaux de 200 chevaux qu'ils ont fournis au gouvernement napolitain (1).

---

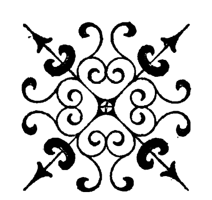
(1) MM. Benet et Comp^e^, de la Ciotat, ont pris brevet pour une machine à action directe, à tige de piston oscillant dans un presse-étoupe à travers un plateau à coulisse sur le couvercle du cylindre, la tige du piston servant de bielle et s'articulant directement au bouton de la manivelle. Voici la spécification des avantages qu'offre ce système de machines : 1° De diminuer le poids des machines de 20 p. °/₀ au moins; 2° de donner aux machines toute la stabilité nécessaire sans les lier au pont du navire comme cela a lieu dans les autres systèmes à mouvement direct; 3° de mettre dans la position la plus convenable les points de mouvement de la machine, de manière que les efforts à faire pour mouvoir les diverses parties soient en relation exacte avec le changement de position du piston et de la manivelle, 4° de modifier les valves ou tiroirs de vapeur de manière à éviter les garnitures et assurer une prompte condensation et un bon vide.

Si comme on peut déjà le présumer, le moyen de *propulsion* de la vis d'Archimède (1) doit être substitué, dans quelques cas, à celui des roues à aubes, l'appareil moteur le plus convenables à ce nouveau *propulseur* sera à action directe; mais alors nous croyons qu'on devrait préférer les machines à cylindres d'inclinaison opposée (système Brunel). Deux couples de machines de ce même système conviendraient également bien aux grands steamers à roues à aubes, au-dessus de 500 chevaux, pour lesquels les cylindres de deux machines ordinaires auraient des dimensions exorbitantes (2), et ces steamers obtiendraient encore l'avantage de pouvoir mieux varier leur force motrice, en cas d'accidents ou selon les circonstances plus ou moins favorables de la navigation.

---

(1) *Des propulseurs sous-marins*, par H. Labrousse, officier de marine.

(2) « Ces perfectionnements sont *particulièrement* applicables *à la plus grande classe* de machines marines. » (Patente de la machine à basse pression, à double cylindre, de MM. Maudslay et Field.)



APPAREIL DE LA FORCE NOMINALE DE 160 CHEVAUX,

DU PAQUEBOT-POSTE L'EUROTAS,

Construit par MM. Maudslay fils et Field de Londres.

ENSEMBLE DE L'APPAREIL.

APPAREIL MOTEUR.

L'APPAREIL de *l'Eurotas* se compose de deux machines à vapeur complètes, à double effet et à basse pression.

Ces machines sont portées de toute leur longueur en avant de l'arbre des roues; elles ne sont point établies sur une plate-forme ou plaque de fondation comme celles du *Sphinx*, mais reposent immédiatement sur des carlingues latérales; toutefois, deux fortes bandes en fer plat, entaillées au niveau de la face supérieure des carlingues, relient les parties extrêmes des machines entr'elles et aux côtés des petits-fonds du navire. Dix forts boulons en cuivre traversent chaque carlingue et la carène du bâtiment, et sont serrés sur les principales pièces de l'appareil.

La distribution de la vapeur dans le cylindre de chaque machine se fait au moyen d'un tiroir à excentrique, d'une seule pièce ayant la forme ordinaire d'un demi-cylindre creux avec une paroi plane; la vapeur arrive à l'extérieur du tiroir, entre ses deux bandes frottantes, et le condenseur communique avec l'intérieur.

Les cylindres à vapeur sont entourés chacun d'une chemise venue de fonte avec eux. Le tuyau qui amène la vapeur de la chaudière et qui la distribue à chaque machine, par un double embranchement, arrive dans une boîte à gar-

niture rapportée vers le haut du cylindre enveloppe; et la valve qui sert à intercepter la vapeur, lorsqu'il faut arrêter le mouvement de la machine, se trouve placée dans une ouverture ménagée vers le haut de la paroi plane de la boîte à tiroir.

Au sortir du cylindre, la vapeur traverse un conduit placé sous la boîte à tiroir, pour se rendre dans le condenseur; la condensation s'opère d'ailleurs par les moyens ordinaires.

La bache d'évacuation de l'eau de condensation est placée au-dessus du condenseur, et communique à la mer par un gros tuyau de décharge muni d'une soupape à tige qu'on manœuvre du dedans de la cale.

La pompe à air, garnie d'une chemise en laiton, est fondue du même jet avec le condenseur.

A la suite de cette pompe vient la soupape qui sert à expulser l'eau et l'air du condenseur avant de mettre la machine en marche; cette soupape est portée par un tuyau passant sous la pompe à air et adapté au fond du condenseur.

Les pompes d'alimentation des chaudières, et d'épuisement de la cale sont disposées symétriquement des deux côtés de la pompe à air, dont elles servent à maintenir le mouvement rectiligne, tout en conservant la faculté de pouvoir être mises en repos.

Les pistons à vapeur sont complètement en métal; la garniture en chanvre est remplacée par un cercle en fonte, coupé en un seul point de son contour; deux petites pièces, pressées par des ressorts élastiques, sont placées au-dessus et au-dessous de ce cercle, pour fermer l'ouverture que laisse l'écartement de ses branches.

La traverse qui surmonte la tige du piston à vapeur est maintenue dans la verticale au moyen du parallélogramme ordinaire.

Le mouvement du piston se communique par deux bielles pendantes placées chacune à l'extrémité d'un balancier, suspendu par son milieu, et s'articulant à son extrémité opposée avec la grande bielle qui imprime le mouvement à l'arbre des roues.

Cet arbre se compose, comme à l'ordinaire, de trois pièces. L'arbre intermédiaire porte deux manivelles à angle droit entr'elles, munies de boutons sur lesquels agissent les grandes bielles de tribord et bâbord; ces boutons, fixés d'une manière invariable aux manivelles, sont cylindriques et à ambases dans la partie où sont articulées les grandes bielles; leur prolongement, aussi cylindrique, mais d'un diamètre moindre, transmet le mouvement aux boutons fixés avec clavette de serrage dans l'ouverture conique des manivelles des

2.

arbres extérieurs, par l'intermédiaire de brides ou menottes d'*entraînement*. Cette disposition qui existe dans le plus grand nombre des appareils Maudslay, remédie aux dérangements accidentels et fréquents de la rectitude des arbres, et il devrait être adopté sur tous les appareils à vapeur marins. Le mode d'articulation employée par MM. Maudslay, pour lier la grande bielle à la traverse qui réunit les extrémités des balanciers, offre aussi des avantages analogues pour la rectitude d'autres parties du mouvement des machines.

Les paliers de ces arbres reposent intérieurement, pour chaque machine, sur une paire de grands chevalets triangulaires, coulés en deux pièces. Chaque chevalet est composé de deux colonnes principales qui portent d'aplomb sur les carlingues, et d'un grand chassis triangulaire appuyé et boulonné contre la face arrière du cylindre enveloppe et sur le haut du réservoir qui surmonte le condenseur. Les ornements des colonnes et des chassis sont dans le goût gothique, et l'architecture gracieuse de cette charpente comporte en même temps les avantages de légèreté, et de solidité contre les efforts résultant du travail des machines.

Les deux chevalets de chaque machine sont fixés l'un à l'autre par deux entretoises en fer forgé et deux chassis en fonte de fer, l'un vertical entre les colonnes extrêmes, l'autre incliné entre les grands chassis triangulaires. Deux entretoises et un grand chassis vertical ou arcade réunissent les bâtis des deux machines, qui n'ont aucune liaison avec les murailles du bâtiment. Les colonnes extrêmes de l'arrière de chaque chevalet sont arcboutées par de fortes nervures venues de fonte avec elles, en arc de cercle renversé partant de la naissance des arcades et se terminant sous une inclinaison d'environ 45°. au prolongement de la base des colonnes, qui reçoit en cet endroit un des grands boulons de fixation à la carène.

Les arbres des roues traversent la charpente du navire dans des boîtes à garniture fixées contre le bordé extérieur.

Les paliers des extrémités de ces arbres sont portés par de fortes pièces de charpente établies au-dehors des roues; les coussinets peuvent toujours être centrés avec facilité.

Chaque roue est formée de trois disques en fer fondu, prolongés chacun par quatorze rayons en fer forgé; ces rayons, reliés entr'eux par deux cercles en fer, supportent les pales ou aubes en bois, qui y sont maintenues par des boulons à crochet.

Appareil évaporatoire.

L'appareil évaporatoire est divisé en quatre compartiments à angles droits longitudinalement et transversalement au navire; chaque compartiment de l'avant renfermant les foyers, est réuni à son correspondant de l'arrière, renfermant les courants de flamme, de manière à former deux corps principaux ou appareils complets et distincts, qu'il sera facile d'isoler, si quelque avarie le rendait nécessaire.

Chaque corps de chaudière contient trois foyers, versant les produits de la combustion dans un conduit qui part de l'extrémité de ces foyers et vient, après avoir fait plusieurs coudes, aboutir à la cheminée commune aux deux corps de chaudière.

La cheminée est entourée jusqu'à une certaine hauteur au-dessus du pont du navire, d'une seconde enveloppe, et est garnie, à sa partie inférieure, d'un registre demi-circulaire, qui n'a pas pour objet de régler le tirage, mais de fermer l'extrémité du conduit du corps de chaudière dont on ne veut plus se servir.

Chaque corps de chaudière est surmonté d'un réservoir, au-dessus duquel on a pratiqué les ouvertures nécessaires pour les soupapes atmosphériques, les soupapes d'arrêt et les soupapes de sûreté, et pour donner entrée dans l'intérieur.

Les soupapes d'arrêt débouchent dans une boîte à l'arrière du gros tuyau qui porte la vapeur aux deux machines; elles se manœuvrent de dessus le pont.

Le tuyau d'évacuation de vapeur, qui s'élève le long de la cheminée, vient s'embrancher sur le milieu de la boîte qui renferme les soupapes de sûreté; ces soupapes peuvent être facilement levées à la main au moyen d'un système de leviers convenablement disposés.

Chaque corps de chaudière a son niveau d'eau particulier, et est muni d'un flotteur à aiguille, d'un tube en cristal, d'un manomètre et de deux robinets-jauges.

Voici les moyens employés pour alimenter, remplir et vider les chaudières:

Pour l'alimentation des chaudières, on a établi sur leur façade et au-dessus des foyers un conduit horizontal sur lequel s'embranchent, d'une part, un tuyau qui se bifurque près des machines pour se rendre aux deux pompes alimentaires, et d'autre part, deux conduits à robinets dont chacun permet d'envoyer de l'eau dans un des corps de chaudière.

Pour l'autre système, il y a sous le parquet en fonte, devant les foyers, un conduit horizontal avec deux embranchements à robinets dont chacun va à la partie inférieure d'un corps de chaudière; ce conduit communique, d'une part, avec la mer au moyen de deux robinets placés près de la carlingue du navire, et de l'autre part, avec une pompe à plusieurs fins, établie à l'arrière de la machine de bâbord, et pouvant se manœuvrer à bras dans la chambre des machines, ou être mue par celles-ci pendant la marche.

Cette pompe, qui sert à remplir et à vider les chaudières, peut aussi être employée comme pompe à laver, comme pompe à incendie et pompe d'épuisement de la cale.

Les chaudières sont consolidées par un grand nombre de tirants en fer forgé, placés entre la face supérieure et le dessus des foyers et des conduits de flamme, et dans tous les conduits d'eau.

Les fonds des cendriers sont cylindriques, en voûte renversée, et les fonds des conduits de flamme augmentent de hauteur à partir du premier coude jusqu'à la naissance de la cheminée, de telle sorte qu'un homme puisse s'introduire et atteindre toutes les parties entre ces fonds et le fond extérieur des chaudières, au moyen d'autoclaves au bas des façades avant et arrière.

La plateforme sur laquelle repose le système des chaudières a été préalablement recouverte d'une couche de mastic de peinture, pour garantir le fond de l'oxidation par le contact de l'eau de la cale. Lorsque ce fond est suffisamment élevé, il est préférable de supprimer le bordé en sap de la plateforme, pour pouvoir facilement visiter la face inférieure des chaudières.

Les deux corps de chaudière ne sont maintenus ensemble que par une couronne en fonte, sur laquelle reposent la cheminée et son enveloppe, et par les deux boîtes rapportées sur les réservoirs pour les soupapes d'arrêt et de sûreté. Cette couronne et les deux boîtes à soupapes sont assemblées avec les deux corps de chaudière au moyen de boulons à écroux.

Les soutes à charbon sont formées par des cloisons distinctes, sur les côtés et au-dessus des chaudières, de manière à laisser autour de celles-ci un espace libre d'environ huit centimètres. Ces soutes ont toute la longueur des chaudières et se prolongent jusqu'à l'avant des machines, sur la muraille du navire.

Accessoires de l'appareil.

On a établi, dans les coursives du milieu des machines et des côtés, une plateforme cannelée en fer fondu; une deuxième plateforme est également placée en avant des fourneaux pour l'usage des chauffeurs, qui prennent le

charbon par de larges ouvertures pratiquées au niveau de cette plateforme, dans les cloisons latérales des soutes en tôle; une troisième plateforme règne transversalement à la cloison avant, au niveau des couvercles des cylindres, avec escaliers pour descendre dans la chambre des machines.

Une main courante en fer forgé, fixée contre le cylindre enveloppe, le condenseur et les bâtis, règne autour des machines et garantit les mécaniciens du mouvement des balanciers; une galerie en tôle, évidée à jour, et d'une très-petite hauteur, est établie dans le même but de chaque côté de la coursive du milieu.

Evaluation de la force de l'appareil.

D'après le marché de MM. Maudslay: « La force nominale de chacune des deux machines doit être de 80 chevaux, en prenant pour base de cette évaluation la règle de la pratique anglaise, qui est d'estimer la puissance du cheval-vapeur à raison de 33,000 livres élevées à un pied de hauteur par minute, et la pression utile à raison de 7 livres par pouce carré sur la surface du piston, lorsque la tension de la vapeur dans le cylindre fait équilibre à une colonne de mercure de 5 pouces de hauteur en sus de la pression atmosphérique; le cylindre doit avoir au moins 48 pouces de diamètre intérieur, et la course du piston au moins 4 pieds 6 pouces, et enfin les chaudières doivent fournir assez de vapeur pour qu'en réglant convenablement la résistance, le piston puisse prendre une vitesse de 210 pieds par minute au moins. » *(Mesures anglaises.)*

Avec ces dimensions et la vitesse de 210 pieds ou 23 1/3 coups de piston par minute, la force de chaque machine sera, conformément à la règle de Watt,

$$\frac{1/4\,\pi \times (48)^2 \times 210 \times 7}{33{,}000} = \frac{5.4978 \times (48)^2 \times 210}{33{,}000} = 80 \text{ ch}.6$$

DIMENSIONS PRINCIPALES DE L'APPAREIL, ET RÉSULTATS DES CALCULS.

Appareil moteur.

Hauteur du dessus des carlingues	au centre de l'arbre des roues.	Mètres	3.416
	au centre des arbres des balanciers.	»	0.450
	au-dessus des cylindres à vapeur, sans y comprendre les couvercles.	»	1.750
Distance entre les axes des cylindres à vapeur des deux machines.		Mètres.	2.743
Distance entre les axes des cylindres à vapeur et la verticale passant par le centre des roues.		»	3.873
Distance de l'axe des arbres des balanciers	à l'axe des cylindres à vapeur.	»	1.905
	à la verticale passant par le centre des roues.	»	1.968
	à l'axe des pompes à air.	»	0.9525
Demi-longueur ou rayon des balanciers d'axe en axe des tourillons extrêmes.		»	1.968
Diamètre intérieur des cylindres à vapeur.		»	1.221
Surface d'un piston de cylindre à vapeur.		Mètres carrés	1.1708
Longueur de la manivelle, de centre en centre.		Mètres	0.686
Course des pistons des cylindres à vapeur.		»	1.372
Chemin parcouru pendant l'introduction de vapeur (à raison des 7/10 de la course, moyennement pour les courses ascendante et descendante).		»	0.9604
Volume de vapeur dépensée à chaque course simple d'un piston.		Mètres cubes	1.1244
Distance du centre de l'arbre des roues au centre de l'excentrique des tiroirs.		Mètres	0.140
Course des tiroirs.		»	0.280
Orifices d'introduction de vapeur dessus et dessous les pistons.	Longueur.	»	0.470
	Largeur ou hauteur.	»	0.103
Hauteur des bandes frottantes des tiroirs.	Bande supérieure.	»	0.185
	Bande inférieure.	»	0.169
Diamètre intérieur des pompes à air.		»	0.710
Surface d'un piston.		Mètres carrés	0.3959

Course des pistons.	Mètres	0.686
Volume pour chaque coup de piston.	Mètres cubes	0.2716
Diamètre des pistons des pompes alimentaires et pompes d'épuisement.	Mètres	0.145
Surface d'un piston.	Mètres carrés	0.0165
Course des pistons.	Mètres	0.686
Volume d'eau à chaque coup de piston.	Mètres cubes	0.01132
Diamètre des roues, au bord extérieur des pales.	Mètres	5.791
Rapport du diamètre des roues à la course des pistons.		::4.22:1
Longueur des pales.	Mètres	2.438
Largeur ou hauteur.	»	0.610
Surface d'une pale.	Mètres carrés	1.487
Nombre de pales de chaque roue.		14.
Surface totale des pales d'une roue.	Mètres carrés	20.818

La surface totale des pales d'une roue est à très-peu près égale à la surface immergée du maître-couple ou de la plus grande section transversale du navire, qui est de $20^{m.q.}766$ au tirant d'eau normal de $3^{m.}33$ ou à $3^{m.}08$ de profondeur de carène, la saillie ou tableau de la quille étant de $0^{m.}$ 25.

Appareil évaporatoire.

Distance de la façade avant des chaudières à l'axe de l'arbre des roues.		Mètres	3.200
Dimensions des chaudières, hors tôle.	Longueur totale de l'avant à l'arrière.	»	6.578
	Largeur des deux corps réunis.	»	4.920
	Hauteur maximum, au milieu.	»	2,680
	Hauteur à l'origine de la surface cylindrique surbaissée.	»	2.630
Dimensions des coffres à vapeur, hors tôle.	Longueur.	»	1.900
	Largeur des deux coffres réunis.	»	1.830
	Hauteur.	»	1.220
Hauteur du conduit de cheminée entre le niveau de l'eau et le dôme des chaudières.		»	0.460
Hauteur de la cheminée au-dessus du dôme des chaudières non compris la couronne.		»	11.200

				Par cheval.
Diamètre de la cheminée.		Mètres	1.050	
Aire de la section de la cheminée		Mètres carrés	0.863	0.00539
Soupapes de sûreté.	Diamètre minimum de l'ouverture.	Mètre.	0.230	
	Surface de l'ouverture	Mètres carrés.	0.0414	0.000502
	Nombre de soupapes (1 pour chaque corps de chaudière.)		2.	
	Poids dont la soupape est chargée par centimètre carré.	Kilog.	0.281	
Volume des cendriers ou de la partie des fourneaux au-dessous des grilles.		Mèt. cub.	4.854	0.03034
Volume des foyers ou de la partie des fourneaux au-dessus dès grilles.		»	5.780	0.03612
Volume des conduits de chaleur immergés, à compter du fond des foyers.		»	23.074	0.14421
Volume du conduit de cheminée entre le niveau de l'eau et le dôme des chaudières.		»	0.750	0.00469
Volume de l'eau soumise à l'évaporation.		»	32.868	0.20543
Volume occupé par la vapeur, y compris les coffres et déduction faite du conduit de cheminée.		»	15.924*	0.09952
Volume total de l'intérieur des chaudières.		»	83.250	0.52031
Surface des foyers exposée directement au feu (dessus et côtés réunis.)		Mèt. car.	30.870	0.19293
Surface des conduits de chaleur immergés à partir du fond des foyers (fonds, dessus et côtés.)		»	117.094	0.73183
Surface totale de chauffe.		»	147.964	0.92476

(*) Le volume de vapeur en *réserve* a été reconnu insuffisant : il doit être porté à 22m.c. 5 ou à 0m.c. 140625 par cheval, en augmentant de 20 centimètres la hauteur comprise entre le niveau de l'eau et le dôme des chaudières; ce qui donnera 0m 66 au lieu de 0m 46 pour la hauteur du conduit de cheminée correspondant, ou 2m 88 au lieu de 2m 68 pour la hauteur totale au milieu des chaudières.

				Par cheval.
Surface totale des grilles recevant le combustible.		»	7.488	0.04680
Vide des grilles ou section totale du passage de l'air nécessaire à la combustion.		»	2.574	0.01608
Longueur du conduit de chaleur immergé de chaque corps de chaudière, à compter du milieu des foyers.		Mètres	14.900	
Nombre de coudes à angle droit formés dans cette longueur jusqu'à la base de la cheminée.		»	6.	
Aire de la section transversale	à l'entrée des cendiers correspondant au même conduit.	Mèt. car.	1.599	
	au fond des cendriers correspondant au même conduit.	»	0.892	
	au milieu de cendriers correspondant au même conduit.	»	1.2455	0.01557
Aire des grilles des foyers correspondant au même conduit.		»	3.744	0.04680
Aire de la section transversale	à l'entrée des foyers correspondant au même conduit.	»	0.669	
	au fond des foyers correspondant au même conduit.	»	2.046	
	au milieu des foyers correspondant au même conduit.	»	1.3575	0.01697
Aire de la section transversale du conduit de chaleur, faite à 2 mètres du fond des foyers.		»	0.736	0.00920
Rapport	de la surface totale des grilles des foyers à l'aire de la section de la cheminée.			::8.6767:1
	de la surface totale des grilles des foyers à l'aire des deux ouvertures des soupapes de sûreté.			::90.4348:1
	de l'aire de la section de la cheminée à l'aire des deux ouvertures des soupapes de sûreté.			::10.4227:1

DÉTAILS DE CONSTRUCTION DE L'APPAREIL MOTEUR.



ORGANES DES MACHINES.

Cylindre à vapeur. Pl. 1 et 2, B [1].

Le cylindre à vapeur a deux embases : l'une reçoit le couvercle, l'autre repose sur une pièce en fonte qui forme le fond de ce cylindre.

L'embase inférieure et le fond du cylindre sont réunis par seize boulons vissés dans la dernière piècé ; les joints sont remplis de mastic ferrugineux.

Quatre trous de 76 mil. de diamètre sont percés dans ces deux pièces pour le passage des boulons chassés du dehors de la carène, à travers les carlingues, pour lier cette partie de l'appareil avec le fond du navire ; des renforts avec nervure sur l'embase du cylindre reçoivent les écrous de ces boulons.

Deux nervures ou cloisons longitudinales, partant des côtés de la paroi plane de la boîte à tiroir et se terminant vers l'avant du cylindre à un petit conduit cylindrique sous lequel se trouve une soupape de sûreté *b'* consolident le fond du cylindre ; ces cloisons sont croisées à leurs extrémités avant et arrière par deux autres transversales, le tout venu de fonte avec le petit conduit cylindrique, ces quatre cloisons, réunies vers le bas par une plaque horizontale à rebords verticaux boulonnés et mastiqués avec elles, forment ainsi, sous le fond du cylindre, un réservoir rectangulaire *b*, destiné à recueillir l'eau distillée provenant de la vapeur condensée dans son parcours jusqu'à son admission dans la boîte à tiroir. ——— La quantité d'eau douce, recueillie ainsi, est telle que sur plusieurs bâtiments, la *Medea* par

---

[1] Les planches ne sont pas indispensables, pour l'intelligence du texte, à ceux qui ont déjà quelque connaissance des machines à vapeur.

exemple, on l'a utilisée en l'envoyant dans la chaudière de la cuisine de l'équipage, au moyen d'une petite pompe foulante adaptée à ce réservoir.

On a pratiqué dans la pièce qui forme le fond du cylindre un canal incliné servant à faire entrer la vapeur au-dessous du piston, et on a fixé, contre sa face extérieure, le conduit dans lequel passe la vapeur qui se dirige vers le condenseur. Les boulons d'assemblage sont dans l'intérieur du conduit.

Le cylindre dans lequel se meut le piston est enveloppé par un autre cylindre de moindre hauteur; ils sont fondus du même jet. Le noyau a été détruit par une ouverture rectangulaire, ménagée à la partie arrière du cylindre enveloppe, et fermée par la paroi plane de la boîte à tiroir. ——— En général, les constructeurs suppriment maintenant cette enveloppe du cylindre à vapeur, surtout pour les grands appareils, afin d'en diminuer le poids; mais elle existe dans les appareils Maudslay jusqu'à 220 chevaux, comme la *Medea*. ——— Les appareils Miller n'ont pour toute enveloppe qu'un simple anneau ou conduit à section rectangulaire entourant le cylindre vers sa partie supérieure; ce conduit a deux ouvertures rectangulaires opposées, l'une pour recevoir la vapeur qui arrive des chaudières, l'autre pour lui donner entrée dans la boîte à tiroir.

Une tubulure circulaire, placée sur le côté du cylindre-enveloppe, donne entrée à la vapeur qui arrive des chaudières. Plusieurs trous taraudés dans la fonte servent à fixer le manomètre et la main courante qui entoure les machines.

A la partie avant et inférieure du cylindre-enveloppe, on a ménagé un petit réservoir que remplit l'eau provenant de la vapeur condensée, et qui communique, par un tuyau rapporté extérieurement, avec le réservoir formé sous le fond du cylindre; à ce dernier est adapté un autre tuyau avec robinet pour le vider. Lorsqu'on met la machine en marche, on doit toujours avoir soin de tenir ce robinet ouvert jusqu'à ce que la vapeur commence à s'échapper. ——— Dans les appareils Miller, le tuyau qui amène la vapeur des chaudières est prolongé, à l'endroit où il s'adapte à l'ouverture rectangulaire du conduit entourant le cylindre, par un tuyau cônique en fonte se terminant vers le bas à un petit réservoir muni d'un robinet. C'est une excellente disposition pour les appareils dont les cylindres n'ont pas d'enveloppe.

L'ouverture qui donne entrée à la vapeur au-dessus du piston est pratiquée un peu au-dessus de la naissance du cylindre-enveloppe.

L'embase supérieure du cylindre à vapeur est circulaire dans la plus grande partie de son contour; mais elle a plus de largeur vers l'arrière, et se termine

en ligne droite suivant le prolongement du collet du cylindre-enveloppe, contre lequel sont appuyées et boulonnées les plaques en fonte qui reçoivent le frottement des bandes du tiroir et la boîte qui le renferme; deux saillies latérales, également dans le plan de ce collet, et évidées vers le bas en forme de console, reçoivent les extrémités des grands chevalets triangulaires; enfin, une baguette qui s'élève un peu au-dessus de l'embase du cylindre, forme le prolongement du collet de l'enveloppe, et complète l'embase supérieure de la boîte à tiroir.

Le couvercle, dont nous indiquerons plus loin la forme, s'emboîte dans l'intérieur du cylindre; ces deux pièces sont reliées par seize boulons à écrous, et comprennent entre elles une garniture en chanvre.

La pièce en fonte de fer qui forme le fond du cylindre, repose, sans aucune garniture intermédiaire, sur les carlingues latérales; quelques cales en fer servent à la niveler. Le dessous de cette pièce a été dressé, au moyen de la machine à planer, autour des quatre boulons de liaison avec le navire, et entre ces boulons dans une très petite surface.

Les saillies latérales contre lesquelles appuient les extrémités des grands chevalets, sont dressées dans toute leur étendue.

Les cylindres à vapeur sont munis à chacune de leurs extrémités de soupapes de sûreté *b'*, dont l'objet est d'obvier aux accidents qui peuvent résulter de la présence d'une certaine quantité d'eau, soit au-dessus, soit au-dessous du piston. La charge de ces soupapes est de 0 k. 53 par centimètre carré.——— Les cylindres des machines du *Sphynx* n'étaient point munis de ces soupapes.

Couvercle du cylindre à vapeur. Pl. 1 et 2, B.

Le couvercle du cylindre à vapeur est évidé intérieurement, et se termine, tant en dessus qu'en dessous, par une surface plane; le noyau a été détruit par quatre ouvertures circulaires ménagées à la partie inférieure et fermées ensuite par des plaques en fonte de fer.

Ce couvercle, dont le dessus a été tourné, s'emboîte dans le cylindre; le dessous est taillé en biseau dans la partie qui correspond à l'orifice pour l'entrée de la vapeur au-dessus du piston; la partie du couvercle qui s'applique contre la boîte à tiroir, a été échancrée en ligne droite.

La boîte à garniture, formée dans le noyau pour le passage de la tige du piston, reçoit dans la partie inférieure une forte virole en cuivre; le couvercle qui presse la garniture en tresse, est aussi muni d'une virole en cuivre chassée

avec force dans l'ouverture. Les quatre boulons dont les écrous pressent ce couvercle, traversent le collet de la boîte à garniture; ils y sont retenus par une embase et un écrou vissé à leur partie inférieure.

Deux ouvertures destinées à recevoir, l'une la soupape de sûreté du haut du cylindre, l'autre la soupape à graisser, ont été pratiquées dans le couvercle du cylindre. Une virole en cuivre chassée avec force dans la première ouverture forme le siége de la soupape de sûreté. Un boulon creux, taraudé en dedans et en dehors, et terminé par un conduit de faible dimension, est vissé dans la deuxième ouverture, et reçoit une tige taraudée dans une certaine partie de sa longueur, et terminée en forme de soupape conique. Ce boulon est percé à sa circonférence de trois petits trous qui laissent passer le suif dans l'intérieur du cylindre, toutes les fois que la petite soupape est un peu élevée au-dessus de son siége. On a ménagé autour de chaque ouverture une cavité qui forme un réservoir pour le suif, et pour l'eau qui pourrait être projetée dans le mouvement ascentionnel du piston. Chacune de ces ouvertures est surmontée d'un petit couvercle en cuivre jaune tourné, mobile pour la soupape à graisser, mais fixe et percé d'ouvertures rectangulaires sur le côté pour la soupape de sûreté.

Piston du cylindre à vapeur. Pl. 2, b″, (b″)

Le dessus et le dessous du piston sont, comme le dessous du couvercle et le fond du cylindre à vapeur, des surfaces planes.

Le corps du piston est fondu sur un noyau qu'on détruit par trois ouvertures circulaires pratiquées dans la face inférieure, et qu'on ferme par des plaques en fonte ajustées avec soin, et retenues chacune par trois vis taraudées dans les joints de l'assemblage. Les deux épaulements ont été tournés, ainsi que la partie supérieure, et reçoivent les diverses piéces qui complètent le piston.

Un cercle en fer fondu, coupé en un seul point 1 de son contour par un plan passant par le centre, repose sur le premier épaulement et tient lieu de garniture. En se détendant en vertu de sa force élastique, ce cercle presse sur tous les points de la surface intérieure du cylindre, de telle sorte que la vapeur ne saurait passer du dessus au-dessous ou réciproquement qu'au point de section; pour lui ôter cette issue, on rapporte en dessus et en dessous du cercle élastique des touches en fonte 3 et 4 qui sont pressées, en haut par des ressorts à boudin renfermés dans l'intérieur même de la touche, et en bas par une lame élastique qui fait effort contre le corps du piston. Il est à observer que, pour mieux

assurer l'élasticité du cercle-garniture, il est d'épaisseur inégale, et à cet effet il doit être tourné excentrique.

Un disque en fer fondu, qui appuie sur le deuxième épaulement, recouvre ces pièces et complète le dessus du piston. Ce disque est assemblé avec le corps du piston par huit forts boulons taraudés, et supporte une petite plaque en fonte de fer qui est fixée par quatre vis sur la touche supérieure. Un cercle en fer forgé, fixé par quatre boulons taraudés dans le dessus du piston, empêche les huit boulons de l'assemblage de se dévisser.

On s'oppose à tout mouvement de rotation du cercle élastique au moyen d'une petite entaille 2 pratiquée sous ce cercle, et d'un petit boulon vissé sur le premier épaulement du corps du piston; une vis 1 qui saisit les deux extrémités du cercle, permet de faire varier l'écartement de ses branches; le dessus du piston est taillé en biseau, en face de la tête de cette vis, afin d'avoir plus de facilité à la tourner au moyen de la petite goupille qui la traverse.

Voici le moyen employé pour fixer le piston à la tige qui doit l'entraîner : le trou cylindrique, pratiqué dans le noyau du piston, est taraudé et conserve le même diamètre dans sa plus grande hauteur; il augmente ensuite de diamètre de manière à présenter un appui à l'épaulement formé à la partie inférieure de la tige. Une goupille, qui a toute la hauteur du noyau, est placée entre ces deux pièces pour les empêcher de se dévisser.

Il paraît qu'il n'y a eu aucun reproche à faire à ce piston, remarquable d'ailleurs par sa simplicité et sa parfaite exécution, puisque MM. Maudslay ont continué à l'employer pour tous leurs appareils, soit à balancier, soit à action directe et à quatre cylindres.

Pièces qui reçoivent le frottement des tiroirs. Pl. 2, E.

Des pièces en fonte de fer d'une assez grande épaisseur sont fixées par des vis contre les parties supérieure et inférieure du collet du cylindre-enveloppe, et contre la face avant de la pièce qui forme le fond du cylindre à vapeur; les ouvertures pour le passage de la vapeur au-dessus et au-dessous du piston, sont prolongées au travers de ces pièces. Des bandes latérales, en partie fixées contre le fond de la boîte à tiroirs, en partie fondues avec cette boîte, complètent la surface pour le frottement du tiroir inférieur.

La surface des pièces destinées à recevoir le frottement des tiroirs devant être parfaitement plane, on a réduit autant que possible l'étendue de la partie

qui doit être dressée ; c'est dans ce but que, vers le bas de ces pièces, on a un peu baissé le niveau de la surface, afin de ne pas être obligé de la travailler dans toute son étendue.

Boîte à tiroirs. Pl. 1 et 2, E, (E".)

La boîte à tiroirs, fondue indépendamment du cylindre à vapeur, a, dans la plus grande partie de sa longueur, la forme d'un cylindre dont on aurait retranché un peu moins de la moitié.

Cette boîte, ouverte par ses extrémités, reçoit un couvercle par son embase supérieure, et a son embase inférieure fixée par neuf boulons taraudés sur le conduit dans lequel passe la vapeur qui se dirige vers le condenseur. Les joints de ces deux dernières pièces sont remplis de mastic ferrugineux.

La cloison plane qui ferme à l'avant la boîte à tiroir ne règne pas dans toute la longueur de cette boîte ; elle est fixée, haut et bas, par des boulons taraudés dans le collet du cylindre-enveloppe qui complète le fond de la boîte à tiroirs. L'ouverture pour la valve régulatrice *e'* est pratiquée vers le haut de cette cloison, et le battement de la valve se fait sur une baguette qui encadre l'ouverture.

Des six appendices ou oreilles qui prolongent l'ambase supérieure de la boîte à tiroirs, quatre reçoivent les boulons qui servent à fixer le couvercle ; les deux autres servent, ainsi que les oreilles immédiatement au-dessous, au passage des vis de pression des garnitures *e"* des tiroirs ; et dans la saillie qui réunit ces deux appendices, est percé un trou pour recevoir un autre boulon du couvercle.

La tubulure rectangulaire placée vers le milieu de la boîte à tiroirs sert à assembler les vis de pression avec les pièces qui appuient sur les garnitures ; l'ouverture est fermée au moyen d'une plaque en fonte retenue par quatre boulons taraudés. Le robinet pour graisser le tiroir inférieur est vissé au milieu de cette plaque ; et les boîtes à garniture pour les vis de pression sont fixées sur la face supérieure de cette tubulure.

Une ouverture rectangulaire, pratiquée à la face inférieure de la boîte à tiroirs, sert à placer la garniture inférieure ; on la ferme par une plaque en fonte arrêtée par huit boulons à écrous, quatre sur les bords verticaux du collet de cette ouverture, et quatre sur les bords horizontaux portant oreilles ; une garniture en chanvre est interposée entre ces pièces.

A l'intérieur de la boîte à tiroirs et vers le haut, on remarque une rainure demi-circulaire qui sert, à l'aide de deux clavettes à coin, à retenir dans une position fixe la pièce contre laquelle appuie la garniture supérieure. Ces clavettes sont mises à forcer entre cette pièce, qui déborde un peu l'embase de la boîte à tiroirs, et les plaques qui reçoivent le frottement des tiroirs.

A la partie inférieure, la face intérieure de la boîte à tiroirs se termine en forme de gorge pour supporter la garniture.

Les deux trous percés l'un au-dessus de l'autre vers le bas de la boîte à tiroirs et dans la pièce sur laquelle elle repose, reçoivent le siége de la soupape (E″) G qui donne la vapeur pour purger le condenseur, et la boîte à garniture que traverse la tige de cette soupape.

Enfin, dans le moulage de la boîte à tiroirs, on a réservé intérieurement deux tasseaux qui prolongent la surface sur laquelle frotte le tiroir inférieur.

Valve régulatrice. Pl. 1 et 2, e′.

Nous avons déjà vu que l'ouverture rectangulaire pratiquée dans la paroi plane de la boîte à tiroirs, et vers le haut de cette pièce, est garnie d'une valve pour régler le passage de la vapeur.

Les tourillons de la valve régulatrice reposent dans des coussinets ménagés à l'intérieur de la boîte à tiroirs, et la tige en fer forgé qui traverse l'ouverture rectangulaire pratiquée dans le noyau de la valve, passe dans une boîte à garniture du côté de la coursive qui sépare les machines. On détermine le mouvement de rotation au moyen d'un levier à poignée assemblé invariablement sur l'extrémité de la tige.

Les bords horizontaux de la valve sont taillés en biseau, de manière à s'appliquer exactement sur les baguettes qui reçoivent son battement.

L'étendue du mouvement de la valve est de 67 degrés, depuis la position horizontale qui donne la plus grande ouverture jusqu'à la position inclinée qui la ferme entièrement.

Tiroirs. Pl. 2, E et (E′).

Les tiroirs, d'une seule pièce pour chaque machine, sont des cylindres creux dont on aurait retranché un peu plus de la moitié dans une grande partie de

leur longueur, et exactement la moitié aux parties supérieure et inférieure qui ont été travaillées par le tour.

On a fait venir de fonte, vers le haut de la paroi plane, une douille que traverse la tige qui transmet le mouvement aux tiroirs; cette tige est retenue au moyen d'une embase qui appuie sur la douille, et de deux clavettes et d'une goupille placées au-dessous de la douille.

A l'extérieur, des plaques en bronze sont rapportées, haut et bas, sur la paroi plane, pour former la surface de frottement des tiroirs; elles y sont fixées par des vis à tête fraisée.——————— Quelquefois, les tiroirs sont coulés entièrement en bronze, comme dans les appareils Miller, et l'on évite ce dernier travail.

Les tiroirs étant d'une seule pièce, et leur longueur ne permettant pas de les retirer sous le bordage du pont, il faut avoir soin, dans la construction du navire, d'adopter une distribution de barrots qui permette d'ouvrir un panneau au-dessus de cette pièce.

Couvercle de la boîte à tiroirs. Pl. 1 et 2, E.

Le couvercle de la boîte à tiroir est un demi-cylindre creux, fermé seulement à son extrémité supérieure; les sept oreilles de l'embase reçoivent les boulons d'assemblage.

La boîte à garniture, formée pour le passage de la tige des tiroirs, dans le noyau réservé au milieu de ce couvercle, reçoit à la partie inférieure la bague en cuivre du dessous de la garniture; on rapporte au-dessus de cette garniture un anneau de même métal, et deux boulons à écrous, taraudés dans le noyau du couvercle, traversent les oreilles de cet anneau, et servent à donner la pression convenable.

Le trou taraudé près du contour extérieur reçoit le robinet pour graisser le tiroir supérieur.

La baguette formée par le prolongement de la pièce qui reçoit le frottement des tiroirs, et de la pièce demi-cylindrique contre laquelle appuie la garniture supérieure, s'adapte à l'embase dans l'intérieur du couvercle de la boîte à tiroirs.

Garnitures des tiroirs. Pl. 2, E, e''.

La garniture qui doit presser la surface cylindrique des tiroirs est formée par une suite de tresses posées l'une sur l'autre, et fortement comprimées au fur et

à mesure qu'elles sont mises en place ; les tresses sont coupées d'avance de la longueur du contour de la partie cylindrique.

On place la garniture supérieure par le haut de la boîte à tiroirs, et l'ouverture rectangulaire pratiquée vers le bas de cette boîte sert à placer la garniture inférieure.

La garniture inférieure repose sur la gorge formée au bas de la boîte à tiroirs. Une pièce en fer fondu, de forme demi-cylindrique à la partie inférieure, et terminée au bout opposé par une douille percée de trois petits trous taraudés, appuie sur cette garniture et sert à la presser ; à cet effet, la partie supérieure de cette pièce est assemblée, au moyen de trois petites vis, avec une forte vis de pression qui traverse deux des oreilles ménagées à l'arrière de la boîte à tiroirs, et passe dans un écrou en cuivre placé entre ces deux oreilles. On conçoit qu'il suffit d'agir avec une clef sur l'écrou en cuivre pour opérer la pression de la garniture.

Une pièce de même forme, mais placée en sens inverse, presse la garniture supérieure qui appuie contre la pièce demi-cylindrique, fixée, comme nous l'avons déjà dit, au haut de la boîte à tiroirs, au moyen d'une rainure et de deux coins.

Ces deux pièces ont été tournées dans toute leur portion demi-cylindrique, et sont travaillées en gorge dans la partie qui appuie contre la garniture.

——— Ce mode de presser verticalement les garnitures des tiroirs est préférable à celui des appareils modèle *Sphynx*, où la pression s'exerce horizontalement à la surface demi-cylindrique formée par les tresses. ——— Dans les appareils construits par MM. Miller et Ravenhill, par MM. Murray et Jackson, etc., la pression verticale des garnitures s'obtient aussi par des moyens fort simples. ——— Pour leurs nouveaux appareils à action directe et à quatre cylindres, MM. Maudslay ont adopté l'emploi de tiroirs entièrement cylindriques et à garniture métallique comme les pistons. ——— Dans les grands appareils, tels que ceux des transatlantiques, les tiroirs et leurs boîtes sont en deux parties distinctes, et la pression verticale des garnitures s'exerce au moyen de boulons taraudés sur le contour des couvercles de ces boîtes.

Jeu des tiroirs pour ouvrir et fermer les passages de la vapeur.

Pl. 1, E, e, et pl. 2, E, e'.

Nous avons déjà vu que les tiroirs, d'une seule pièce pour chaque machine, sont des demi-cylindres creux, avec paroi plane, qui se meuvent à frottement dans des boîtes placées à l'arrière des cylindres-enveloppes.

La vapeur qui arrive des chaudières par la tubulure placée sur le côté du cylindre-enveloppe, remplit constamment l'espace compris entre ce cylindre et celui où se meut le piston, et se répand autour des tiroirs, dès que la valve régulatrice *e'* est ouverte; l'intérieur des tiroirs est d'ailleurs en communication permanente avec le condenseur.

Les tiroirs sont équilibrés par des contrepoids *e*, de telle sorte qu'il ne peut y avoir de résistance à vaincre pour les faire mouvoir que celle du frottement, tant de leur surface plane contre la face arrière du cylindre à vapeur, que de la garniture plus ou moins pressée contre leur surface cylindrique.

Le relevé des machines (1) a fait reconnaître que lorsque l'arête inférieure de la plaque d'en bas du tiroir tombe sur l'arête inférieure de l'orifice d'en bas du cylindre, l'arête supérieure de la plaque d'en haut tombe sur l'arête supérieure de l'orifice d'en haut, et qu'en même temps la plaque supérieure déborde l'orifice qui lui correspond de 82 m/m, et la plaque inférieure de 66 m/m seulement; la hauteur commune des orifices a été trouvée de 103 m/m. La connaissance de ces dimensions et le tracé de l'épure du jeu des tiroirs dans la machine de tribord conduisent aux résultats suivants :

1° Lorsque le piston est au commencement de sa course descendante, l'orifice pour l'arrivée de la vapeur commence à l'instant même de s'ouvrir.

2° Une fois que la vapeur arrive, elle continue à affluer jusqu'à ce que le piston ait parcouru un chemin égal aux 0.727 de sa course totale; à ce point, l'orifice de la vapeur se referme et la détente commence.

3° La vapeur se détend jusqu'à ce que le piston ait parcouru un chemin égal aux 0.942 de sa course totale; ce qui donne les 0.215 de la course pour le chemin parcouru avec détente. A cet instant, l'orifice s'ouvre pour laisser passer la vapeur dans le condenseur, lorsque le piston a encore à parcourir les 0.058 de la course totale avant d'arriver au *point-mort*, c'est-à-dire avant que le piston ne soit parvenu à la fin de sa course. Pendant que le piston parcourt ce dernier chemin, la vapeur se condense, afin que le piston puisse recommencer une nouvelle course en sens contraire.

4° Lorsque le piston arrive à la fin de sa course, la communication avec le condenseur, du côté où le vide a déjà commencé à s'opérer, est ouverte à peu près sur une hauteur de 70 m/m (4 m/m de plus que l'excédant de la hauteur de la plaque inférieure du tiroir sur l'orifice correspondant).

Au même instant, l'orifice pour l'arrivée de la vapeur sous le piston est déjà

(1) *Etat actuel de la navigation par la vapeur*, note X, pag. 221 à 227.

ouvert de 4 m/m environ ; et suivant, à partir de ce point, la marche ascendante du piston, comme on vient de le faire pour la course descendante, on reconnait : 1° que, pendant toute la durée de l'introduction de la vapeur, le piston a parcouru un chemin égal aux 0.679 de sa course ; 2° que la vapeur se détend jusqu'à ce que le piston ait parcouru un chemin égal aux 0.890 de sa course, ce qui donne les 0.211 de la course pour le chemin parcouru avec détente ; 3° que l'orifice s'ouvre au vide pendant que le piston parcourt les derniers 0.110 de sa course avant d'arriver au point-mort ; et 4° enfin que, lorsque le piston arrive en haut de sa course, la communication avec le condenseur est ouverte sur une hauteur de 82 m/m, excédant de la hauteur de la plaque supérieure du tiroir sur la hauteur de l'orifice correspondant ; en sorte que cet orifice s'ouvre au même instant à la vapeur pour exécuter la nouvelle course descendante.

En prenant les moyennes des quantités respectives ci-dessus, on a, pour une oscillation complète du piston, et en fractions de cette oscillation ou en moyennes des deux courses ascendante et descendante : durée de l'admission de vapeur $= \frac{0.727 + 0.679}{2} = 0.703$; durée de la détente $= \frac{0.215 + 0.211}{2} = 0.213$; durée de l'avance à la condensation $= \frac{0.058 + 0.110}{2} = 0.084$.

Des hauteurs dont les orifices du cylindre sont ouverts d'avance au condenseur, à chaque fin de course du piston, on pourrait conclure l'angle du rayon de la manivelle avec la ligne joignant le centre de l'excentrique au centre de l'arbre, et par suite la position du *toc* sur cet arbre, dépendante des effets ci-dessus ; mais les hauteurs 82 m/m et 70 m/m sont des repères d'une pratique beaucoup plus facile à donner aux mécaniciens, pour monter ou pour rétablir dans leurs proportions exactes les diverses pièces du mécanisme des tiroirs.

Soupape qui donne la vapeur pour purger le condenseur.

Pl. 1, G et Pl. 2, (E") G.

Le siège de la soupape qui sert à faire passer la vapeur dans le condenseur, lorsqu'on veut mettre la machine en mouvement, est fixé par des vis sur la paroi inférieure de la pièce qui prolonge la boîte à tiroirs ; un guide faisant corps avec le dessous de la soupape en dirige le mouvement ; sa tige est formée de trois pièces réunies par des enfourchements et des parties taraudées, et passe dans une boîte à garniture fixée à l'extérieur de la boîte à tiroirs. On a eu soin de mettre en cuivre la partie inférieure de la tige.

Un levier à main, assemblé avec cette tige au moyen d'un enfourchement,

et dont le point d'appui est placé au-dessous du palier de l'arbre des tiroirs, sert à soulever la soupape.

La vapeur arrive par le cylindre-enveloppe au-dessus de cette soupape, et le compartiment inférieur est en communication permanente avec le condenseur; il suffit donc de lever la soupape, lorsqu'il devient nécessaire de faire passer la vapeur dans le condenseur, pour purger la machine, afin de la mettre en marche.

Canal pour établir une communication entre la partie inférieure de la boîte à tiroirs et le condenseur. Pl. 1 et 2, F, f.

Une caisse en fonte de fer, fixée par une de ses extrémités contre la face arrière de la pièce sur laquelle repose le cylindre, et par l'extrémité opposée contre les bords de l'ouverture pratiquée au bas du condenseur, forme le conduit dans lequel passe la vapeur qui sort du cylindre et se dirige vers le condenseur.

Des boulons, vissés dans la pièce qui forme le fond du cylindre, et à écrous dans le condenseur, relient ces trois pièces entre elles; les joints sont remplis de mastic ferrugineux chassé de haut en bas. On remarque au-dessus du joint avec le condenseur une ouverture autoclave *f* servant à visiter le conduit et à faire ce joint.

L'embase inférieure de la boîte à tiroirs repose sur les bords de l'ouverture du conduit; les boulons de l'assemblage sont vissés dans des nervures ménagées à cet effet dans la dernière pièce.

Condenseur, pompe à air et arbre des balanciers. Pl. 1 et 2, H et I.

Le condenseur, la pompe à air et les tourillons des balanciers sont fondus de la même pièce. ——— On conçoit que pour les grands appareils on doit adopter le mode suivi par les autres constructeurs, qui est de fondre séparément le condenseur et la pompe à air, et d'emmancher dans le premier un arbre en fer forgé pour tourillons des balanciers.

La caisse en fonte de fer qui forme pour chaque machine le condenseur et la pompe à air, est suspendue entre les deux carlingues latérales, et repose sur elles sans aucune garniture intermédiaire. Six boulons chassés du dehors de la carène relient cette pièce avec le fond du navire.

Le dessus du condenseur est concave, el forme le fond du réservoir qui reçoit l'eau élevée par la pompe à air.

Les faces latérales qui portent les tourillons des balanciers sont consolidées chacune intérieurement par trois fortes nervures ; les nervures rectangulaires, dirigées suivant le centre des tourillons, augmentent de saillie vers le bas, pour se confondre avec une entretoise cylindrique qui lie entre elles les parois du fond du condenseur, au niveau de la face supérieure des carlingues ; les nervures ou baguettes, de forme arrondie, sont traversées par quatre des boulons qui lient au bâtiment cette partie de l'appareil ; les deux autres boulons passent dans les tablettes saillantes venues de fonte à l'arrière de la pompe à air ; leurs écrous sont serrés sur des rondelles en fer forgé.

La face avant du condenseur est percée d'une large ouverture rectangulaire ; elle reçoit, comme nous l'avons déjà vu, le bout du conduit rapporté sous la boîte à tiroirs, pour le passage de la vapeur. Au-dessus est pratiquée une porte autoclave de forme elliptique, tenue par huit boulons à écrous, pour permettre de s'introduire dans le condenseur.

Sur la face arrière, et près de la coursive du milieu du bâtiment, on a pratiqué une ouverture rectangulaire pour le robinet d'injection *h* ; ce robinet y est fixé par quatre boulons à écrous.

La soupape *h''* qui sert à expulser l'eau et l'air du condenseur, avant de mettre la machine en mouvement, est placée dans une boîte fixée à l'arrière et au bas de la pompe à air, et au bout d'un tuyau en fonte rapporté et boulonné au fond et à l'arrière du condenseur.

L'intérieur de la pompe à air est garni d'une chemise en laiton qui commence un peu au-dessous de l'ouverture de dégorgement de l'eau élevée par cette pompe, et se termine dans le même plan que le cylindre en fonte de fer. Mais, afin de pouvoir l'aléser, on a ménagé sous la pompe à air une ouverture circulaire que l'on ferme au moyen d'une plaque en fonte retenue par des vis à tête fraisée.

L'ouverture de dégorgement, placée un peu au-dessous de l'embase supérieure de la pompe à air, est prolongée par un conduit de peu de longueur qui a été fondu du même jet que cette pompe et le condenseur.

Au bas de la pompe à air, et sur les faces planes qui lui sont communes avec le fond du condenseur, on a réservé à la fonte un encadrement incliné et saillant vers l'intérieur du condenseur, pour recevoir la caisse du clapet *h'''*, qui doit être interposée entre le condenseur et la pompe à air ; la paroi supérieure de cette ouverture rectangulaire est inclinée vers l'extrémité de la partie cylin-

drique de la pompe à air, et porte un renfort ou taquet qui sert à limiter l'étendue du mouvement du clapet.

Les oreilles ou appendices qui font partie de l'embase supérieure de la pompe à air servent à fixer les pompes d'alimentation de la chaudière et d'épuisement du navire.

Vers le haut de la pompe à air, du côté de la coursive latérale, on remarque une ouverture destinée à recevoir une petite boîte à soupape, pl. 2 (W), qui permet à une très petite quantité d'air de s'introduire dans le vide au-dessus du piston lorsqu'il descend, la machine étant en marche. — Cette petite soupape, qu'on trouve seulement dans les appareils de MM. Maudslay, contribue sans doute à diminuer un peu le travail de la pompe à air dans son mouvement de descente; mais, quoique des mécaniciens aient assuré avoir obtenu un avantage dans la marche de la machine lorsqu'ils faisaient usage de cette soupape, son principal but doit être d'empêcher le soulèvement trop brusque et les battements des clapets. En général, les mécaniciens-conducteurs ne la font pas fonctionner, et ils y suppléent en donnant un peu de jeu à la boîte à garniture de la tige du piston, pour éviter le sifflement aigu et désagréable de cette petite soupape. Son jeu est promptement arrêté par les dépôts salins; et, si l'on veut en conserver l'usage, il faut la visiter souvent, et avoir soin de temps en temps de la lever au moyen d'une tige qu'on introduit par dessous pour l'empêcher d'adhérer.

Robinet pour l'injection. Pl. 1 et 2. h et (h.)

La boîte en cuivre renfermant le robinet d'injection est fixée par quatre boulons taraudés contre les bords de l'ouverture pratiquée à la face arrière du condenseur.

Ce robinet ouvert par le bas, et percé sur le tournant d'une seule ouverture, met en communication l'eau extérieure avec le condenseur; sa tête est prolongée par une tige en fer forgé, assemblée avec un levier à poignée qui sert à mouvoir le tournant, et avec une aiguille qui indique les différents degrés d'ouverture sur un cadran horizontal tenu par des vis contre la face arrière du réservoir.

On place une garniture en chanvre au-dessus du robinet, et on rapporte sur cette garniture un anneau en cuivre dont les oreilles correspondent à celles de la boîte; deux boulons taraudés servent à donner la pression convenable.

Un tuyau part du dessous de chaque boîte d'injection, contourne la pompe à

air, passe à toucher la carlingue la plus rapprochée du milieu du bâtiment, et vient s'embrancher avec un tuyau transversal qui communique, tribord et bâbord, avec l'extérieur du navire; un robinet placé de chaque bord, à une petite distance de la muraille, sert à intercepter à volonté la communication avec la mer.

Un robinet, pl. 1, *h'*, sert, si l'on veut, à prendre pour l'injection l'eau de la cale du navire.

Soupape pour expulser l'eau et l'air du condenseur avant de faire mouvoir la machine. Pl. 1 et 2, h''.

On rapporte sur le tube adapté au fond du condenseur, et qui se prolonge à l'arrière de la pompe à air, une cuve cylindrique de peu de hauteur, pour recevoir le siége de la soupape qui sert à expulser l'eau et l'air avant de mettre la machine en mouvement.

Le dessus de cette soupape est muni d'un guide, et la tige traverse un chapeau placé au-dessus de la cuve; ce chapeau, dont l'objet est d'empêcher que l'eau soit projetée au loin dans la chambre des machines, est porté sur une petite traverse en fer fixée elle-même par des vis sur deux oreilles réservées à l'intérieur de la cuve.

La soupape d'évacuation étant au niveau du fond du condenseur, on peut, par la pression de la vapeur, en faire sortir l'eau qui y est rassemblée, et dès que le vide est fait, la pression atmosphérique la tient fermée.

Clapet placé au bas de la pompe à air. Pl. 2, h'''.

Un encadrement, comme on l'a déjà dit, a été réservé dans la partie qui sépare le fond du condenseur du fond de la pompe à air, pour recevoir la caisse du clapet qui doit y être interposée.

Cette caisse est appliquée contre l'encadrement au moyen de deux forts tasseaux très larges, taillés en biseau à leur extrémité plate sur toute la hauteur des côtés verticaux de la caisse, et traversés, à leur extrémité quadrangulaire, par un piton carré et chassé par l'extérieur du condenseur; ces tasseaux reçoivent une clef verticale à serrage contre le piton, pour presser la caisse du clapet, dont les côtés sont aussi taillés en biseau, tandis que les tasseaux sont eux-mêmes maintenus contre les faces latérales du condenseur par une petite clef ou goupille au bout du piton.

Les clefs des tasseaux qui servent à fixer la caisse du clapet, sont à talon ou à crochet, afin que, si on a besoin de la démonter, on puisse, en s'introduisant dans le condenseur, soulever ces clefs avec des leviers ou des coins agissant sur leurs têtes.

La caisse porte avec elle le siége du clapet et les renforts pour recevoir les tourillons de l'essieu.

Clapet pour le dégorgement de l'eau élevée par la pompe à air.
Pl. 2, j.

On a déjà vu que l'ouverture de dégorgement de la pompe à air est prolongée par un conduit fondu avec cette pompe et avec le condenseur. Un cadre en bronze est fixé par des vis sur le bout de ce conduit pour recevoir le battement du clapet.

Les deux oreilles, venues de fonte avec l'embase du réservoir au-dessus du conduit de dégorgement, reçoivent de forts boulons en cuivre, dont les têtes, en partie arrondies, sont traversées par les tourillons autour desquels tourne le clapet; chaque boulon est d'ailleurs retenu par un écrou et une goupille.

Le clapet présente deux parties saillantes qui limitent l'étendue de son mouvement, en venant frapper contre les entailles formées à cet effet dans les têtes des boulons servant de coussinets.

Lorsqu'il faut réparer le clapet, par l'ouverture autoclave ménagée à la face arrière du réservoir, on ôte la goupille et l'écrou qui retiennent chaque boulon, et on enlève le clapet avec ses coussinets.

Réservoir de l'eau élevée par la pompe à air. Pl. 1 et 2, J.

Le dessus du condenseur sert de fond au réservoir de l'eau élevée par la pompe à air; la face arrière de ce réservoir est verticale, et l'embase de réunion est tournée vers le dedans; les deux faces latérales sont également verticales, mais les embases sont tournées vers le dehors, la face de l'avant, qui est presque parallèle à celle de l'arrière, dans la partie supérieure, s'en éloigne dans la partie inférieure, en formant une surface courbe; le bord de l'embase, tournée vers l'extérieur, se trouve dans le prolongement de la face avant du condenseur.

L'embase supérieure du réservoir est prolongée par quatre oreilles ou appen-

dices qui supportent la platebande inférieure des deux bâtis de chaque machine.

Deux ouvertures quadrangulaires *j'* pratiquées dans la face tournée vers la muraille du navire reçoivent la boîte à soupapes qui complète le mécanisme de la pompe alimentaire.

La face tournée vers la coursive qui sépare les machines porte le baromètre qui indique la tension que conserve la vapeur dans le condenseur.

Les deux faces latérales sont prolongées par des cloisons planes qui débordent la face avant; elles servent à maintenir les lisses d'appui en fer forgé placées autour des machines, comprennent entre elles le contrepoids des tiroirs, et sont traversées par l'essieu du pignon qui engrène avec le secteur à l'extrémité de ce contrepoids, pour manœuvrer les tiroirs à la main, Pl. 1. *e*.

Sur la face arrière, prés de la coursive du milieu, on a fixé une plaque graduée qui sert à régler l'ouverture du robinet d'injection.

Enfin, le dessus de cette caisse est percé d'une ouverture circulaire qui reçoit un cylindre en fonte de fer. Ces deux pièces sont assemblées au moyen de huit boulons taraudés.

Couvercle de la pompe à air. Pl. 1 et 2, I.

Le couvercle de la pompe à air s'emboîte dans le cylindre, et descend jusqu'à l'affleurement de l'ouverture de dégorgement.

Le dessus du couvercle est échancré en ligne droite dans la partie ajustée contre le réservoir qui reçoit l'eau élevée par la pompe à air.

La partie supérieure du couvercle est tournée dans toute son étendue, et la boîte à garniture qui enveloppe la tige du piston est semblable à celle du cylindre à vapeur.

La partie inférieure est divisée, entre le noyau de la boîte à garniture et le rebord qui emboîte dans le cylindre, par quatre nervures rectangulaires; et à la rencontre de ces nervures avec le rebord, on a taraudé les trous qui ont servi pour placer cette pièce sur le tour.

Le couvercle de la pompe à air est retenu par huit boulons à écrous, dont deux, placés dans le canal de dégorgement, portent une embase et reçoivent deux écrous à leurs deux extrémités.

Piston de la pompe à air. Pl. 2, I et (I).

Le corps du piston de la pompe à air est en cuivre; deux cloisons réunissent

l'anneau ou noyau, dont l'ouverture cônique reçoit la tige en cuivre rouge qui fait mouvoir ce piston.

Un cercle, également en cuivre, s'ajuste sur la partie cylindrique du piston, et complète la gorge qui reçoit la garniture en tresse; on la comprime au moyen de quatre forts boulons qui traversent les oreilles de ce presse-étoupe, et sont vissés dans des renflements venus de fonte en dedans du corps du piston. Deux vis, placées près des quatre boulons, l'empêchent de se desserrer.

Le disque du dessus du piston est percé de deux ouvertures placées de chaque côté du noyau pour recevoir les clapets en bronze dont le battement se fait sur deux siéges fondus avec le corps du piston; deux taquets en cuivre placés aux deux bouts des clapets reçoivent les essieux autour desquels ils tournent, et une pièce de même métal, qui limite l'étendue du mouvement des clapets, appuie sur ces taquets; ces pièces sont retenues par quatre boulons taraudés dans les renflements qui se trouvent des deux côtés de la cloison.

Cylindre qui exhausse le réservoir de l'eau élevée par la pompe à air. Pl. 1 et 2, K.

Le réservoir de l'eau élevée par la pompe à air est surmonté par une colonne creuse terminée par une demi-sphère percée à sa partie supérieure. Le joint de ces deux pièces est garni d'une plaque de plomb enduite de blanc de céruse.

Les bords de l'ouverture tournée vers le vaigrage reçoivent le collet du tuyau qui sert à conduire l'eau en dehors du navire.

La grande élévation de ce cylindre a dispensé de le prolonger, suivant l'usage reçu, par un tuyau qui se rend à la mer ou met en communication les deux machines, afin d'empêcher que l'eau brûlante ne soit projetée dans l'intérieur du bâtiment, ou que la vapeur et l'air humide ne se répandent dans la chambre des machines; d'ailleurs, rien de plus facile que de réunir par un tuyau les ouvertures supérieures des deux cylindres, si l'on avait à craindre ces inconvénients.

Tuyau pour conduire au dehors du bâtiment l'eau élevée par la pompe à air, et soupape pour fermer ce tuyau. Pl. 1 et 2, K, k et (k).

Un bout de tuyau, dont la forme résulte de celle des parties évidées des grands châssis triangulaires, est fixé par une de ses extrémités contre le cylindre qui surmonte le réservoir, et communique, par le bout opposé, avec une boîte munie d'un tuyau cylindrique qui traverse la muraille du navire, et d'une sou-

pape à tige (*k*) pour fermer ce tuyau; la communication entre ces deux pièces est établie au moyen de conduits intermédiaires.

Ces divers conduits ne sont pas réunis par des brides et des boulons : mais ils entrent simplement les uns dans les autres d'une certaine quantité, et les joints sont garnis de plusieurs tours d'une tresse de chanvre, enduite de blanc de plomb et fortement comprimée. On obvie ainsi aux effets de la dilatation, et surtout aux changements de forme que les murailles du bâtiment peuvent éprouver dans une mer houleuse.

La pièce placée contre le vaigrage est fermée par un couvercle portant une boîte à garniture, dans laquelle passe la tige de la soupape; cette tige se termine par un épaulement qui se loge dans une rainure pratiquée à la face supérieure de la soupape, et une goupille réunit ces deux pièces entre elles. Le moyen employé pour faire mouvoir la soupape est fort simple : l'anneau en cuivre qui presse la garniture, au moyen d'un taraudage extérieur, est aussi taraudé intérieurement, et sert d'écrou à la tige qui est assemblée à son sommet avec un levier à poignée; de sorte qu'il suffit d'imprimer à ce levier un mouvement de rotation pour ouvrir ou fermer l'ouverture du tuyau d'évacuation.

Pompes d'alimentation des chaudières. Pl. 1, L, l et pl. 2, (L), (l).

Les pompes d'alimentation des chaudières sont construites sur le même principe que celles de la plupart des appareils marins : un cylindre vertical porte à son entrée une boîte à garniture dans laquelle passe un piston plein, et, dans le mouvement alternatif de ce piston, l'eau est aspirée dans le corps de pompe et refoulée par la même ouverture.

Le corps de pompe porte deux oreilles qui servent à le suspendre sur l'embase de la pompe à air, et sa partie inférieure est prolongée par un tuyau courbe fondu du même jet.

L'épaulement formé à la hauteur du renflement reçoit une garniture en chanvre sur laquelle on rapporte un anneau en cuivre dont les oreilles correspondent à celles du corps de pompe; enfin, deux boulons à écrous servent à donner la pression convenable.

Le piston est un cylindre creux en laiton, traversé et fermé à sa base par l'extrémité taraudée et à écrou d'une tige en fer forgé retenue par un épaulement sur le sommet du cylindre. Cette tige passe dans une douille à vis de pression contre la traverse de la pompe à air; il suffit de serrer ou de desserrer

cette vis pour faire participer la pompe au mouvement général ou pour en suspendre l'action.

La tubulure de la pompe alimentaire communique avec la boîte *l* rapportée contre la face du réservoir qui regarde le vaigrage.

Cette boîte, percée de deux ouvertures qui correspondent avec les vides de même forme pratiqués dans le réservoir, renferme deux clapets et une soupape à tige placés les uns au-dessus des autres; les deux clapets sont entièrement libres, mais la soupape à tige est chargée d'un poids à levier, et supporte une pression supérieure à celle de la vapeur dans la chaudière.

Des trois compartiments formés au-dessous de la soupape à tige, le moins élevé communique avec le réservoir, celui du milieu avec la pompe d'alimentation, et le plus élevé avec la chaudière, au moyen d'un tuyau formant embranchement avec un deuxième tuyau placé dans l'axe du bâtiment. La partie supérieure de la boîte est d'ailleurs en communication avec le réservoir de l'eau élevée par la pompe à air.

Il résulte de cette disposition que lorsque le piston monte, l'eau du réservoir aflue par l'orifice inférieur, soulève le premier clapet, et remplit le corps de pompe ; lorsqu'il descend, ce clapet se ferme et l'eau refoulée soulève le clapet supérieur, et peut alors s'écouler par deux conduits différents selon le degré de résistance qu'elle éprouve ; elle peut suivre le conduit qui est placé immédiatement au-dessous du réservoir et se rendre à la chaudière, ou bien soulever la soupape chargée et rentrer dans le réservoir qui reçoit les produits de la pompe à air ; ce dernier cas a lieu toutes les fois que l'eau refoulée ne peut être admise dans la chaudière.

Les deux ouvertures formées dans la boîte d'alimentation, pour la mise en place et la visite des clapets, sont fermées par des plaques en cuivre ; la tige de la soupape chargée passe dans une boîte à garniture.

Pompes d'épuisement du navire. Pl. 1, Z et Pl. 2, (Z).

Les pompes d'épuisement du navire sont construites sur le même principe que les pompes d'alimentation des chaudières, et sont fixées de la même manière sur la face de la pompe à air tournée vers la coursive qui sépare les machines.

Les moyens employés pour assembler la tige avec le piston, et pour transmettre à ce piston le mouvement du mécanisme sont également les mêmes.

Le corps de pompe est ouvert par le bas, et s'emboîte dans une pièce en

fonte de fer encastrée dans la carlingue, et fixée par deux fortes vis à bois. L'extrémité de cette pièce vient aboutir entre les deux soupapes renfermées dans une boîte en cuivre prolongée, d'une part par un tuyau d'aspiration fondu avec cette boîte, et de l'autre part, par un long tuyau qui perce la muraille du navire, un peu au-dessous de la serre-bauquière, près de la cloison avant de la chambre des machines.

Cette disposition est telle, que, lorsque le piston monte, l'eau de la cale soulève la soupape inférieure et remplit le corps de pompe, et lorsqu'il descend, l'eau refoulée soulève la soupape supérieure et se rend en dehors du navire.

On garnit de plusieurs tours d'une tresse enduite de minium et de blanc de plomb, et fortement comprimée, l'espace vide entre le corps de pompe et la pièce qui le prolonge.

Charpente des machines. Pl. 1, M, N, O, P et pl. 2, M, N.

Les coussinets des tourillons intérieurs de l'arbre des roues reposent, pour chaque machine, sur une paire de grands chevalets triangulaires qui appuient à l'avant sur les carlingues latérales, et sont boulonnés, vers l'arrière, avec le cylindre-enveloppe et le réservoir qui surmonte le condenseur. Des châssis en fer fondu et des entretoises en fer forgé sont rapportés entre les chevalets et complètent la charpente, qui ne comporte pas la plate-forme ou plaque, en fer fondu, formant la base sur laquelle toutes les pièces des appareils de quelques constructeurs sont boulonnées.

Grands chevalets. Pl. 1 et 2, M, N.

Les grands châssis triangulaires et les colonnes doubles qui les supportent sont coulés d'un seul jet dans les appareils Maudslay de 120 chevaux et au-dessous ; mais ici ils sont fondus en deux pièces réunies par un joint vers le milieu de l'ogive, entre les colonnes et le condenseur.

Les socles des quatre paires de colonnes et des quatre arcs-boutants de l'arrière reposent, sans aucune garniture intermédiaire, sur les carlingues latérales ; chaque socle est fixé par quatre fortes vis à bois et par cinq boulons qui sont chassés du dehors au-dedans du navire, et serrés sur les renforts ménagés aux pieds des colonnes et des arcs-boutants.

Ces colonnes sont travaillées dans le style gothique; elles sont creuses, ne

sont point traversées par des boulons en fer forgé, mais pourraient en recevoir au besoin, en cas de rupture des bâtis.

Le trou taraudé en bas de la colonne de l'arrière, placée du côté de la coursive qui sépare les machines, sert à fixer une des extrémités de la galerie en tôle destinée à garantir les mécaniciens du mouvement des balanciers; les deux trous taraudés à hauteur d'appui sur les deux colonnes de l'arrière, reçoivent les extrémités des mains courantes en fer forgé destinées au même usage.

Les taquets et les trous réservés sur ces colonnes, à la naissance des arcades en ogive qui les réunissent, servent, ainsi que les trous et les taquets placés au-dessus, à appuyer et à boulonner les extrémités des châssis transversaux destinés à s'opposer aux changements que les mouvements de roulis pourraient apporter dans la position des grands chevalets de chaque machine et des deux machines entre elles.

La base de la partie triangulaire des grands chevalets est horizontale depuis le collet du cylindre-enveloppe jusqu'à la face arrière du réservoir de l'eau élevée par la pompe à air; à partir de ce point, elle est relevée suivant un arc de cercle, afin de laisser l'emplacement nécessaire pour le mouvement de la traverse de la pompe à air.

On remarque sur cette base trois petits trous pour le palier de l'arbre des tiroirs, et deux saillies demi-circulaires qui reposent sur les saillies de même forme ménagées sur l'embase supérieure du réservoir, et qui sont traversées par les boulons de l'assemblage.

La tablette verticale qui termine à l'avant les grands chevalets, appuie contre le collet du cylindre-enveloppe; elle y est retenue par six boulons à écrous.

Le contour extérieur de la tablette horizontale la plus élevée est un peu renflé au-dessus de la pompe à air, pour recevoir les guides en cuivre des tiges des pompes d'alimentation des chaudières et d'épuisement du navire.

On peut remarquer sur le rampant des chevalets le palier C′ pour les coussinets de l'arbre du parallélogramme, et plusieurs trous qui servent à fixer une plaque évidée à jour, destinée à maintenir ces chevalets à l'écartement voulu.

Une forte cloison, percée de deux arcades en ogive, est établie entre les colonnes, au-dessus de la deuxième tablette horizontale; leurs chapitaux sont surmontés d'une large plate-bande et de fortes nervures convenablement disposées pour former les paliers de l'arbre des roues.

La cloison qui réunit la partie supérieure des colonnes de chaque grand chevalet, conserve la même épaisseur dans toute l'étendue de la partie triangulaire; elle est percée de nombreuses ouvertures, et consolidée par une ner-

vure verticale placée à l'intérieur et dans le prolongement de la face arrière du réservoir de l'eau élevée par la pompe à air.

Les chevalets sont terminés à l'arrière par une console formée du prolongement de la plate-bande et des nervures qui surmontent les chapiteaux des colonnes doubles; cette console est percée de deux ouvertures transversales qui reçoivent des entretoises en fer forgé. Deux autres ouvertures sont semblablement disposées, pour le même usage, au-dessus du rampant des chevalets et à l'avant des colonnes.

Les entretoises qui réunissent les chevalets de chaque machine, passent dans les deux trous les plus éloignés de l'arbre des roues, et celles qui relient les deux chevalets tournés vers la coursive du milieu des machines, traversent les deux trous les plus rapprochés de l'arbre. Ces deux derniers trous restent donc sans usage dans les deux chevalets tournés vers le vaigrage; ils devaient servir primitivement à relier les bâtis aux murailles du navire; mais les inconvénients de ce mode de liaison l'ont fait abandonner par la plupart des constructeurs, et supprimer à bord des bâtiments à vapeur où il était employé.

Châssis d'entretoises. Pl. 1, O, P.

La plaque à jour qui repose sur le rampant des grands chevalets est retenue par douze boulons.

Les châssis, à double arceau, qui sont placés entre les colonnes de l'arrière, sont fixés avec ces colonnes au moyen de quatre boulons à écrous chacun.

Ces pièces ont pour objet, comme nous l'avons déjà dit, de s'opposer aux changements que les mouvements de roulis pourraient apporter dans la position relative des chevalets des machines.

On a donné au châssis qui relie les deux colonnes de l'arrière de chaque machine une forme un peu cintrée, pour laisser l'espace nécessaire au mouvement de la grande bielle.

Les barres horizontales qui concourent au même but que les châssis d'entretoises, sont traversées par des clavettes, et reçoivent à leurs extrémités des écrous qui appuient contre des rondelles; celles qui relient les deux chevalets les plus rapprochés de la coursive du milieu, portent une embase et trois écrous avec rondelles à chaque extrémité.

———————— Le genre particulier d'architecture des bâtis, adopté par chacun des divers constructeurs de machines marines, est le signe le plus appa-

rent qui distingue entre eux les produits sortant des ateliers de ces constructeurs. ———— Sous le rapport de la légèreté, unie en même temps à la grâce et et à la solidité, le style gothique des appareils Maudslay est supérieur au style grec ou romain de quelques appareils. ———— A l'imitation de Watt et Boulton, les bâtis des appareils Miller, dépouillés de toute recherche d'ornements architectoniques, sont de véritables charpentes, dans lesquelles les arcs-boutants, jambes de force ou croix de St. André, sont disposés, suivant les règles les plus sévères de la théorie, de manière à résister aux efforts et réactions qui résultent du travail des différentes pièces du mécanisme.

Supports des coussinets pour les tourillons de l'arbre des manivelles et de ceux des roues. Pl. 1 et 2, M, (M).

Les paliers qui reçoivent les tourillons de l'arbre des manivelles et ceux du bout intérieur des arbres des roues, fondus de la même pièce que les bâtis, en forment la partie la plus élevée.

Les coussinets en cuivre portent des rebords qui comprennent la partie du métal des paliers et des chapeaux formant saillie, et s'opposent à tout déplacement dans le sens de la largeur du navire.

Quatre forts boulons qui traversent les paliers dans toute leur hauteur, et dont les têtes sont encastrées dans des ouvertures rectangulaires formées sous la plate-bande, des deux côtés de la cloison qui relie les colonnes, servent à arrêter les chapeaux rapportés sur les coussinets supérieurs.

Les écrous de ces boulons présentent une grande hauteur; ils sont à six pans à leur partie supérieure; le reste de l'épaisseur est cylindrique, pour recevoir des anneaux portant en dessous une goupille qui entre dans le métal des supports, et sur les côtés une vis de pression pour empêcher ces écrous de tourner.

Le trou placé au milieu du chapeau est taraudé à sa partie supérieure pour recevoir un boulon à poignée, et communique avec le trou pratiqué dans le coussinet supérieur, afin de laisser arriver l'huile sur les tourillons de l'arbre. On a ménagé autour de la partie taraudée une cavité qui sert de réservoir à huile et qu'on ferme au moyen d'un petit couvercle en cuivre.

Des châssis en fer fondu (M), dont les faces verticales sont fortifiées par des nervures intérieures et extérieures, sont suspendus au moyen de fortes vis à

bois et de boulons à écrous, sur les élongis portés par les extrémités des grands baux, et reçoivent les coussinets des tourillons extérieurs des roues à aubes.

Afin de s'opposer à tout mouvement dans le sens de la largeur du navire, on a ménagé, à la face extérieure des coussinets, des parties évidées dans lesquelles se logent les nervures intérieures des châssis; une clavette qui traverse obliquement les côtés verticaux de ces châssis, appuie sur le coussinet supérieur, et sert à donner la pression convenable.

Il est toujours facile de faire varier la position de l'arbre, de l'avant à l'arrière du bâtiment, en plaçant des cales d'épaisseur variable entre les côtés verticaux des coussinets et des châssis; on peut aussi, en interposant des cales plus ou moins épaisses entre la semelle des coussinets et de la tablette inférieure des châssis, élever le bout de l'arbre à la hauteur convenable.

L'arbre des roues traverse la muraille du navire dans une boîte à garniture rapportée contre le bordé extérieur, mais on a eu soin de donner à l'ouverture un diamètre plus grand que celui de l'arbre, de manière à permettre de faire varier sa position.

PIÈCES MOBILES. — MÉCANISME PROPREMENT DIT.

Bielles pendantes de la tige du piston du cylindre à vapeur.

Pl. 1 et 2, B, C.

La traverse placée au haut de la tige du piston du cylindre à vapeur est formée d'un noyau cylindrique percé d'un trou de même forme, dont le diamètre est plus petit que celui de la tige; les branches placées aux deux côtés de ce noyau ont une épaisseur uniforme, et leur largeur diminue depuis le noyau jusque près des bouts où se trouvent les tourillons qui reçoivent les coussinets de la tête des bielles C.

Le trou cylindrique du noyau conserve le même diamètre dans la plus grande partie de sa hauteur, il diminue ensuite pour recevoir l'épaulement formé à la partie supérieure de la tige.

La mortaise qui traverse le noyau est garnie d'une clavette à tirage.

On a tourné les deux bouts du noyau, ainsi que les faces du dessus et du dessous de la traverse; les faces verticales ont été dressées à la machine à planer.

Les têtes des bielles sont percées pour recevoir des coussinets divisés en deux parties ; ces coussinets ont leur surface extérieure cylindrique et s'emboîtent l'un dans l'autre; une petite goupille rapportée sous le coussinet inférieur, pénètre dans la bielle et empêche les coussinets de tourner.

L'ouverture cylindrique pratiquée au sommet de la bielle, reçoit un boulon taraudé qui sert à donner la pression convenable sur le coussinet supérieur. On rapporte sur la tête, à six pans de ce boulon, une rondelle percée en dessus de douze petits trous, et sur le sommet de la bielle une petite goupille verticale que l'on peut successivement engager dans un de ces douze trous; on obtient ainsi un serrage successif, régulier, et qui peut varier du douzième du pas de vis.

On introduit de l'huile dans l'articulation supérieure par une ouverture formée au milieu de la vis de pression et prolongée à travers le coussinet supérieur.

Les bielles portent au cinquième environ de leur longueur, à partir du centre de l'ouverture supérieure, un essieu saillant du côté des machines, sur lequel est articulée la bielle horizontale du parallélogamme C'.

Les bielles sont tournées dans la plus grande partie de leur longueur; leur maximum de diamètre correspond au renflement ménagé pour le boulon du parallélogramme ; elles sont terminées à leur extrémité inférieure par un parallélipipède horizontal traversé par deux trous verticaux et cylindriques, et les coussinets en cuivre qui prolongent ces pièces sont retenus par deux forts boulons à écrous.

Les érous de ces boulons sont à six pans dans leur partie supérieure; le reste de la hauteur est cylindrique pour recevoir des anneaux portant chacun une vis de pression qui empêche les écrous de tourner.

L'articulation inférieure reçoit de l'huile par un trou oblique, qui part de l'arête supérieure du parallélipipède horizontal et aboutit à deux trous formés à travers le coussinet supérieur.

Les bielles sont montées, sur les tourillons de la traverse, entre deux rondelles ou embases qui font partie de cette pièce.

Balanciers. Pl. 1. U.

Les balanciers sont suspendus par leur milieu, et leurs extrémités présentent des enfourchements qui portent les tourillons sur lesquels s'articulent les bielles des manivelles et des pistons des cylindres à vapeur.

Ces balanciers sont en fer fondu comme ceux des appareils modèle *Sphinx*, mais ils en diffèrent dans le détail de leurs formes. La nervure longitudinale qu'on remarque dans ces derniers n'existe pas dans ceux des appareils Maudslay et le rapport entre les diamètres extérieurs des enfourchements et du moyeu, n'est plus le même; ce rapport qui est à peu près de $\frac{1}{2}$ dans l'appareil *Sphynx* n'est plus ici que de $\frac{2}{5}$; cette différence est une conséquence de l'emploi de la fonte pour les tourillons de l'arbre des balanciers. ——— MM. Miller Seaward, etc., composent leurs balanciers de deux flasques en fonte coulées du même jet, et quelques autres constructeurs, de deux flasques en fer forgé ; les articulations des bielles de pompe à air et de parallélogramme sont logées entre ces deux flasques.

Les coussinets qui remplissent l'ouverture hexagonale pratiquée au travers du moyeu des balanciers, ont des rebords qui empêchent qu'on puisse au besoin les enlever, sans déranger les balanciers de la position qu'ils occupent; sous ce rapport, on doit préférer la disposition adoptée dans les appareils *Sphynx* et autres, où l'on donne un peu d'entrée à l'ouverture hexagonale, et où la face extérieure des coussinets est percée de trous taraudés pour visser les boulons à poignée dont on se sert pour tirer ces pièces au dehors.

Ces coussinets sont partagés en deux parties, afin de pouvoir les presser convenablement sur l'essieu, au moyen d'une clavette horizontale qui traverse obliquement le moyeu du balancier, au-dessous de la partie inférieure des coussinets; l'extrémité de cette clavette reçoit un écrou et un contre-écrou qui l'empêchent de se desserrer.

On introduit de l'huile par deux trous percés au-dessus du moyeu et prolongés au travers du coussinet supérieur.

Les balanciers oscillent, entre deux rondelles, sur les tourillons venus de fonte sur les faces latérales du condenseur; celle de l'intérieur fait partie de ces tourillons, et celle de l'extérieur, qui est en fer forgé, est arrêtée par trois boulons taraudés. Les deux boulons inférieurs supportent une traverse en fer forgé sur laquelle appuie le parquet placé dans la coursive qui sépare les machines.

A l'arrière du moyeu de chaque balancier, et à la moitié de la demi-longueur, sont fixés sur les faces intérieures les essieux qui font mouvoir les bielles des pompes à air.

A l'avant du moyeu des deux balanciers les plus rapprochés du vaigrage, et au quart environ de leur demi-longueur, on remarque une ouverture

rectangulaire qui reçoit le bouton sur lequel s'articule la bielle verticale du parallélogramme C'.

Mouvement de direction verticale de la tige du piston du cylindre à vapeur. Pl. 1, C'.

La traverse qui surmonte la tige du piston à vapeur est maintenue dans la verticale au moyen du parallélogramme ordinaire.

Il n'existe, ainsi qu'on l'observe généralement, qu'une seule bielle verticale pour chaque machine.

Cette bielle se compose de deux pièces vissées l'une dans l'autre; le bouton sur lequel s'articule son extrémité inférieure peut varier de position, et l'arbre à manivelle qui reçoit l'extrémité supérieure repose sur des coussinets qu'on peut également faire mouvoir au moyen de vis de pression; il sera donc toujours fort aisé de régler convenablement le parallélogramme, et d'ailleurs, au moyen d'une figure de géométrie fort simple, on peut déterminer exactement les valeurs numériques des dimensions de toutes les pièces de ce mécanisme, que les constructeurs donneront comme repères aux mécaniciens monteurs ou conducteurs (1). ——— Il est à propos d'observer ici que le parallélogramme des machines Miller a ses bielles verticales articulées à la moitié de la demi-longueur des balanciers, au lieu du quart à partir du moyeu comme dans la plupart des autres machines; il en résulte que les manivelles régulatrices ou bras de rappel ont leurs points fixes de rotation sur des supports à l'embase supérieure du cylindre à vapeur; si cette dernière disposition est plus compliquée, elle a toutefois l'avantage de mieux assurer et conserver la rectitude du mouvement vertical de la tige du piston, à cause de la grande longueur du rayon de l'arc décrit par l'extrémité du bras de rappel du parallélogramme.

Le serrage des coussinets est opéré à chaque extrémité des bielles horizontales par une clavette et une vis de pression, au bout supérieur des bielles vercales également par une clavette et une vis de pression, et à leur bout inférieur par des clavettes seulement.

On introduit de l'huile dans les diverses articulations par de petits trous formés sur les bielles et prolongés au travers de ces pièces et des coussinets.

Mouvement de la pompe à air. Pl. 1 et 2, I.

La tige en cuivre qui fait mouvoir le piston de la pompe à air est terminée,

---

(1) *Etat actuel de la navigation par la vapeur,* Note IX, pag. 213 et 214.

à son extrémité inférieure, par une partie conique ayant son sommet vers le haut, qui remplit l'ouverture de même forme ménagée dans le noyau de ce piston. Ces deux pièces sont réunies au moyen d'une clavette à tirage.

La traverse qui surmonte cette tige, semblable à celle du cylindre à vapeur, est percée de deux ouvertures pratiquées près des tourillons. Ces ouvertures servent à fixer des pièces à douille qui embrassent les tiges des pompes d'alimentation des chaudières et d'épuisement du navire, et portent des vis de pression qu'il suffit de serrer ou de desserrer pour faire agir ou arrêter ces pompes.

Les bielles qui descendent de la traverse de la pompe à air ne diffèrent de celles du cylindre à vapeur que par le mode d'articulation de leur extrémité inférieure avec le bouton rapporté sur le balancier; chaque bielle se termine par un enfourchement qui comprend les coussinets en cuivre; le serrage se fait par une clavette à tirage et une clavette à coin et à talons placées au-dessous du coussinet inférieur.

On introduit l'huile dans l'articulation inférieure par un trou percé de l'origine de l'enfourchement et prolongé au travers du coussinet supérieur.

Grande bielle pour transmettre le mouvement des balanciers à la manivelle de l'arbre des roues. Pl. 1, V.

Le mouvement est transmis de l'extrémité des balanciers à la manivelle de l'arbre des roues, par deux bielles très courtes assemblées aux extrémités d'une traverse horizontale, et une longue bielle montée sur le milieu de cette pièce.

Les deux petites bielles qui ressemblent par leur extrémité inférieure à celle des bielles pendantes du cylindre à vapeur, présentent à leur extrémité opposée un épaulement suivi d'un cylindre de moindre diamètre, qui pénètre dans l'ouverture de même forme percée dans les noyaux des bouts de la traverse; la partie de ce cylindre saillante au-dessus du noyau est taraudée et reçoit un écrou. ———— Dans quelques appareils, et même parmi ceux de MM. Maudslay, cette extrémité des petites bielles est terminée par une ouverture cylindrique pour recevoir les tourillons de la traverse, dont les bouts sont alors semblables à ceux des autres traverses.

La traverse diffère entièrement de celle du cylindre à vapeur; elle n'a pas de noyau au milieu, mais en a un à chaque extrémité comme nous venons de le voir; son épaisseur est uniforme dans sa plus grande longueur, et sa largeur

augmente très rapidement en approchant vers le milieu. Un boulon retenu par une rondelle et une goupille traverse l'ouverture horizontale percée au milieu de cette traverse, et sert à l'assembler avec la grande bielle qui transmet le mouvement aux roues.

L'extrémité inférieure de cette bielle se termine par un enfourchement qui embrasse la traverse. On place dans cet enfourchement une pièce en cuivre, qui touche la traverse suivant une portion de cylindre, et porte un épaulement qui appuie contre la grande bielle. Une clavette à tirage, dont l'extrémité taraudée traverse cet épaulement et reçoit un écrou, est rapportée sur le coussinet en cuivre et sert à lui donner la pression convenable. Cette disposition, déjà adoptée par MM. Maudslay, dans plusieurs de leurs appareils, permet à la traverse de prendre un petit mouvement de rotation qui obvie aux inconvénients qui pourraient résulter d'un montage imparfait, ou de l'usure inégale des coussinets des bielles et des balanciers.

L'extrémité supérieure de la grande bielle est articulée avec le bouton de la manivelle de l'arbre intermédiaire au moyen de coussinets semblables à ceux de la partie inférieure des bielles pendantes. On introduit l'huile dans cette articulation par une ouverture en entonnoir formée sur le coussinet supérieur et prolongée à travers cette pièce.

——— Dans la plupart des appareils Miller, Fawcett, etc., l'extrémité supérieure de la grande bielle et les extrémités inférieures des bielles pendantes ont un autre mode d'articulation: ces pièces sont terminées par un parallélipipède vertical traversé par une mortaise, et les coussinets qui les prolongent sont retenus par des étriers dont les branches ajustées sur deux faces du parallélipipède reçoivent une clavette ordinaire à tirage et une clavette à coin et à talons. ——— Le mode d'articulation employé par MM. Maudslay paraît préférable, surtout pour les grands appareils, où le démontage et le remontage des étriers présente plus de difficultés à cause de leurs poids.

Mouvement des tiroirs. Pl. 1., E, e, S.

Le jeu des tiroirs est donné comme à l'ordinaire par l'excentrique S, placé sur l'arbre des manivelles; l'anneau en cuivre qui embrasse l'excentrique est placé à l'un des bouts d'une bielle composée de deux longues tringles liées entr'elles par des arcs-boutants croisés, et des entretoises en fer forgé; le bout opposé, formé des deux tringles soudées ensemble, porte l'entaille qui reçoit

le bouton de la manivelle fixée à l'extrémité de l'arbre dont les leviers font monter et descendre les tiroirs. ——— Dans quelques appareils Maudslay, Miller, Fawcett, etc., cette bielle est formée simplement d'une longue tige fixée à l'anneau par son bout et deux arcs-boutants, ou par les extrémités d'un croissant qui la termine.

L'anneau en cuivre est formé de deux parties réunies entr'elles et fixées avec la bielle par des écrous aux extrémités taraudées et à embase des deux tringles, et par un boulon à écrou à la rencontre des deux derniers arcs-boutants.

Lorsqu'on veut suspendre l'action de l'excentrique sur le mécanisme des tiroirs, on abaisse vers l'avant l'extrémité d'un levier à poignée dont le bout le plus court, en s'appuyant sur le bouton de la manivelle, soulève la bielle d'excentrique et ferme l'entaille qui reçoit ce bouton; alors, pendant le mouvement de cette bielle, le bouton de la manivelle reste dans la coulisse formée contre sa face inférieure par une garde qui y est fixée par deux vis; les têtes de ces vis sont prolongées pour servir à arrêter le levier d'embrayage dans les deux positions qu'il peut occuper.

L'arbre des tiroirs est monté dans des coussinets fixés sous la plate-bande des grands chevalets; le serrage de ces coussinets se fait au moyen d'une vis de pression, et on introduit de l'huile par une ouverture pratiquée au milieu de cette vis et prolongée à travers le coussinet supérieur.

La manivelle qui transmet aux tiroirs le mouvement de l'excentrique est fixée sur l'arbre du côté de la coursive qui sépare les machines; sa branche dirigée vers l'avant porte le bouton qui saisit la bielle d'excentrique.

En arrière de l'arbre et à la même hauteur, dans des trous cylindriques percés à l'avant des faces latérales prolongées du réservoir de l'eau élevée par la pompe à air, est placé l'axe à tourniquet et à tiroir d'embrayage, portant le pignon du treuil qui sert à faire mouvoir les tiroirs à la main, soit pour mettre la machine en train, soit aussi pour changer le sens de rotation de l'arbre des roues. ——— Ce genre de mécanisme de mise en train, s'il n'est pas d'un effet aussi prompt, exige moins de force et est beaucoup moins gênant, surtout pour les grands appareils, que celui à leviers dans le sens longitudinal ou transversal de la coursive entre les machines.

On a fondu de la même pièce l'arbre des tiroirs, le poids destiné à leur faire équilibre et les leviers plans qui transmettent le mouvement de la manivelle aux bielles qui descendent des extrémités de la traverse.

Le contre-poids, placé de l'arrière de l'arbre, oscille dans l'espace limité par

le prolongement des faces latérales du réservoir; et sur son extrémité du côté du vaigrage, est rapporté le secteur dont les dents engrènent avec le pignon du treuil de mise en train.

Les bielles pendantes des tiroirs se terminent, à leur partie inférieure, par un enfourchement; les coussinets en cuivre qui embrassent les boutons rapportés aux extrémités des leviers plans, sont compris entre les joues de cet enfourchement, et le serrage se fait au moyen d'une vis qui agit sous le coussinet inférieur.

Les têtes des bielles sont percées pour recevoir des coussinets coniques, d'une seule pièce; elles sont maintenues sur les tourillons de la traverse au moyen d'un écrou et d'un contre-écrou rapportés à chaque extrémité taraudée de cette traverse.

La tige qui fait mouvoir les tiroirs est taraudée à la partie supérieure et assemblée avec la traverse au moyen de deux écrous placés l'un au-dessus, l'autre au-dessous de cette dernière pièce.

Excentrique. Pl. 1, S.

L'excentrique est formé de deux pièces en fer fondu, réunies par deux fortes vis; l'une de ces pièces, évidée à jour afin de présenter plus de légèreté, porte le heurtoir que les *tocs* ou taquets rapportés sur l'arbre intermédiaire, peuvent entraîner dans un sens ou dans l'autre; le contre-poids destiné à mettre l'excentrique en équilibre, quand les roues sont en mouvement, fait partie de la deuxième pièce.

Le plan de section des deux parties de l'excentrique ne passe pas exactement par le centre de l'arbre, mais il s'en écarte de très peu.

Les deux pièces qui composent l'excentrique ont été moulées et fondues séparément; elles ont été ensuite ajustées et assemblées avec soin pour aléser le noyau et tourner la gorge qui reçoit l'anneau en cuivre du bras qui transmet le mouvement aux tiroirs distributeurs.

D'après l'étendue de l'arc occupé par le heurtoir fondu avec l'excentrique, et au moyen des repères donnés à l'article *Jeu des tiroirs*, on détermine, sur la circonférence de l'arbre, la position du taquet qui doit entraîner l'excentrique, tant pour la marche en avant que pour la marche en arrière du bâtiment.

TRANSMISSION DE MOUVEMENT.



Arbre intermédiaire. Pl. 1, R.

L'arbre et les manivelles sont en fer forgé; les deux manivelles, à angle droit entre elles, sont rapportées sur les bouts de l'arbre et y sont fixées par 3 clefs entaillées moitié par moitié dans l'arbre et la manivelle. ———— Dans les appareils Maudslay de moindre force, l'arbre et les manivelles sont forgées de la même pièce.

Les tourillons formés très près des manivelles reposent sur les deux grands chevalets placés prés de la coursive qui sépare les machines.

Les tourillons plus courts formés à la suite des premiers, reçoivent les excentriques. Deux petits taquets, dont la position est déterminée comme il vient d'être dit, sont fixés par deux vis sur le contour intérieur de ces tourillons et servent à entraîner les excentriques dans un sens ou dans l'autre.

La tête de la manivelle est percée d'un trou parfaitement cylindrique pour recevoir le bouton sur lequel agit la grande bielle; le bouton repose sur la tête de la manivelle par un épaulement, et ces deux pièces sont assemblées d'une manière invariable.

La partie du bouton sur laquelle sont placés les coussinets en cuivre de la grande bielle, porte une gorge en saillie à ses extrémités pour recevoir le frottement des bords arrondis des faces de ces coussinets.

L'extrémité de ce bouton, destinée à entraîner la manivelle de l'arbre des roues par l'intermédiaire d'une menotte, est parfaitement cylindrique; tandis qu'elle est en forme de baril dans les appareils Fawcett, etc., pour agir directement sur cette manivelle.

Arbre des roues. Pl. 1 et 2, R′, (R′).

Les arbres des roues et leurs manivelles sont assemblés de la même manière que l'arbre intermédiaire.

Ces arbres sont tournés dans toute leur longueur; leur diamètre, à partir du tourillon intérieur près de la manivelle, va en augmentant vers le vaigrage jus-

qu'au premier renfort pour les disques des roues, et diminue ensuite progressivement en s'approchant du tourillon extérieur.

On a réservé dans l'emplacement des disques des roues des parties saillantes qui sont entaillées pour recevoir des clefs en fer forgé servant à fixer ces disques; les entailles ont pour profondeur la moitié de l'épaisseur des clefs.

La tête de la manivelle est percée d'une ouverture légèrement conique et dont le grand diamètre est du côté de la roue. L'extrémité du bouton reçue dans cette ouverture est également conique, et y est fixée par une clavette à tirage traversant les deux pièces.

L'extrémité opposée du bouton, de forme cylindrique, est saisie par une menotte qui embrasse également l'extrémité correspondante du bouton de la manivelle de l'arbre intermédiaire, et rend ainsi les deux manivelles dépendantes l'une de l'autre.

Cette menotte se compose de trois pièces en cuivre jaune réunies par deux fort boulons à écrous. Elle agit en poussant le bouton de la manivelle de l'arbre des roues, pour la marche habituelle du bâtiment, qui est celle en avant.

———— Dans quelques appareils Maudslay, de force inférieure, qui n'ont qu'un seul bouton commun aux deux manivelles, ce bouton est conique et fixé par une clavette à tirage à la partie qui entre dans l'œil de la manivelle de l'arbre intermédiaire, et il est cylindrique dans tout le reste de sa longueur; mais l'œil de la manivelle de l'arbre des roues présente dans le milieu de l'épaisseur une petite partie cylindrique prolongée de part et d'autre par des ouvertures coniques; la partie du bouton qui entraîne cette manivelle étant cylindrique, il en résulte que le contact de ces pièces a lieu seulement dans la partie intermédiaire de l'ouverture, et par suite sur une très petite surface. Le bouton étant mis en place, on rapporte contre la face extérieure de la manivelle une rondelle qui est retenue par cinq boulons taraudés.

Nous avons déjà vu que l'arbre des roues traverse la muraille du bâtiment dans une boîte à garniture, placée contre le bordé extérieur, et fixée par quatre forts boulons à écrous. L'objet de cette boîte est d'empêcher l'eau de pénétrer dans le navire.

Roues à pales. Pl. 2, T, (t.)

Les roues sont formées chacune de trois disques en fer fondu, qui reçoivent les rayons sur lesquels sont attachées les pales en bois, au nombre de quatorze.

Chaque disque est un plateau évidé à jour, ayant à peu près le quart du diamètre des roues; on remarque sur une des faces (t) des loges ou mortaises dans lesquelles sont encastrées les extrémités intérieures des rayons, et sur la face opposée sept fortes nervures dont la hauteur diminue progressivement depuis le noyau jusqu'au contour extérieur; le centre du noyau est percé d'une ouverture cylindrique dans laquelle on a pratiqué trois entailles qui correspondent à celles de l'arbre des roues.

Un cercle en fer plat rapporté sur chaque disque au dehors des nervures est fixé sur la fonte par quatorze rivets mis à chaud. Chaque disque est percé de vingt-huit trous carrés destinés aux boulons d'assemblage des rayons, percés d'autant de trous cylindriques; mais afin de donner une grande solidité à toute cette charpente, on a placé à l'extrémité des rayons, et vers le milieu de leur longueur à partir du disque, deux cercles en fer, composés chacun de sept pièces et attachés par des boulons à écrous traversant les rayons, à tige carrée dans ceux-ci et à tige cylindrique dans les cercles.

Les pales en bois sont appuyées sur les rayons sans aucune garniture intermédiaire; deux boulons à crochet qui saisissent chaque rayon, traversent ces pales; leurs écrous sont serrés sur une bande en tôle forte qui occupe presque toute la largeur des pâles; on double tous les écrous de ces boulons afin d'éviter, autant que possible, qu'ils ne prennent du jeu.

APPAREIL ÉVAPORATOIRE.



Corps de chaudières. Pl. 1, X, X'.

Les chaudières sont composées de tôles dont l'épaisseur moyenne est de neuf millim.; leur forme est celle d'un parallélipipède rectangle surmonté dune surface cylindrique surbaissée; leurs parois latérales sont arrondies dans la partie inférieure, de manière à suivre autant que possible les façons du navire; leur paroi antérieure a une rentrée en forme de doucine au-dessus des fourneaux et s'élevant ensuite verticalement, pour diminuer l'épaisseur du prisme d'eau formé par l'inclinaison des dômes des foyers, et loger les divers appendices de l'appareil, dont on évite ainsi la saillie.

L'espace compris entre les chaudières et les murailles du navire est occupé par des soutes à charbon, qui s'étendent jusqu'au pont dans toute la longueur des chaudières. Le fond des soutes ne repose pas directement sur les chaudières; il est porté par des bandes de fer plat de 8 à 10 centimètres de hauteur.

L'appareil évaporatoire est composé de quatre compartiments, réunis un à un de l'avant à l'arrière, mais séparés suivant le plan vertical passant par l'axe du navire, de manière à former deux corps de chaudière complets et distincts. Le compartiment de l'avant renfermant les foyers est réuni au compartiment de l'arrière renfermant les courants de flamme, à l'origine de ces courants, par une ouverture rectangulaire entourée de cadres en fonte et à emboîtement rivés sur les parois des deux compartiments et mastiqués ensemble; à la partie supérieure, par une ouverture circulaire dont le centre est à peu près au niveau habituel de l'eau de la chaudière, également entourée de collerettes à emboîtement et à masticage fixées par 24 boulons à écrous intérieurement aux parois; un cercle en fer feuillard à l'extérieur retient le masticage. La moitié de cette ouverture circulaire fait communiquer l'eau des deux compartiments, qui sont d'ailleurs en communication permanente à leur partie inférieure par les deux tubulures embranchées sur le tuyau qui sert à remplir et à vider les chaudières; la vapeur passe par le haut de l'ouverture circulaire pour se rendre du compartiment arrière au compartiment avant, qui est surmonté du coffre d'où elle est distribuée aux machines.

Chaque corps de chaudière contient trois foyers; le conduit des produits de la combustion, qui parcourt toute l'étendue du compartiment arrière, en formant une suite de retours laissant entre eux 10 à 13 centimètres d'intervalle, part de l'extrémité de ces foyers et vient aboutir à la cheminée commune aux deux corps de chaudières.

Les fonds des cendriers sont en voûte renversée; les foyers sont moins élevés que les conduits de chaleur qui les prolongent afin que la couche d'eau ait plus de hauteur dans l'endroit où la chaleur est la plus forte; l'élévation des conduits va ensuite en augmentant à mesure qu'on s'éloigne des foyers, et n'atteint un niveau constant qu'au second retour du chemin qu'ils parcourent.

Chaque corps est surmonté d'un coffre ou réservoir à vapeur percé de quatre ouvertures. De ces huit ouvertures, deux servent à pénétrer dans l'intérieur des chaudières, et les six autres reçoivent les soupapes atmosphériques et les boîtes à soupapes d'arrêt et de sûreté.

Les cloisons de séparation des deux corps de chaudière ne sont pas percées,

et la communication de la vapeur n'a lieu que par la boîte qui renferme les soupapes d'arrêt.

Le tuyau de prise de vapeur part de la face avant de cette boîte, et se bifurque à l'avant des machines; ses deux embranchements arrivent dans des boîtes à garniture fixées contre les cylindres; à l'origine du tuyau et aux embranchements, la réunion a également lieu dans des boîtes à garniture, pour obvier aux effets de la dilatation du métal par le passage de la vapeur.

La façade de chaque corps de chaudière est percée d'un égal nombre de trous, dont nous allons indiquer la destination.

L'ouverture pratiquée près du plan de séparation reçoit le robinet qui règle l'introduction de l'eau refoulée par les pompes alimentaires, et l'ouverture la plus éloignée de ce plan la boîte à garniture de l'aiguille du flotteur. Des quatre trous intermédiaires, deux sont destinés aux robinets de regard, et les deux autres aux robinets et boîtes à expansion pour les tubes en cristal. Enfin les deux ouvertures triangulaires pratiquées près du fond de la chaudière et dans les intervalles des cendriers, servent à nettoyer la partie inférieure.

On remarque aussi sur cette façade une pièce portant un écrou à manivelle, qui sert à ouvrir et fermer les soupapes de sûreté sans sortir de la chambre des machines.

. La face opposée à celle des foyers, sur le compartiment arrière, est percée d'une ouverure triangulaire pour nettoyer le fond de cette partie de la chaudière.

L'ouverture circulaire pratiquée sur la face du réservoir tournée vers le vaigrage, reçoit une boîte à garniture pour le passage de l'axe du levier destiné à soulever les soupapes de sûreté; le manomètre qui indique la pression de la vapeur est fixé sur la face avant de ce réservoir.

Les tôles qui composent la chaudière ont une épaisseur variable, en raison de leur position plus ou moins rapprochée de l'action du feu; elle est de 11 millimètres pour les fonds des cendriers et des conduits jusqu'au premier coude, de 10 à 9 pour les parois latérales et supérieures des foyers et conduits, et de 9 à 8 pour les autres parties.

Les tôles sont assemblées par des rivets espacés de 38 millimètres de centre en centre; les bords des feuilles se croisent de 5 centimètres.

Les cornières ont 66 millimètres de largeur sur les faces à angle droit; l'épaisseur au sommet de l'angle est de 10 millimètres, enfin l'épaisseur des branches sur le bord est de 9 millimètres. Le centre des rivets pour l'assemblage des feuilles de tôle est à 25 millimètres du bord de ces pièces.

Un grand nombre de tirants en fer, placés entre le dessus des foyers et conduits de chaleur et la face supérieure de la chaudière, et des entre-toises ou des supports dans tous les conduits d'eau, maintiennent les diverses parois à l'écartement voulu, et s'opposent à leur déformation.

Les deux corps de chaudière sont séparés par un intervalle de 5 à 6 centimètres entre les tôles. On s'est borné à les relier par une pièce circulaire en fonte, qui supporte en même temps la cheminée, et par les boîtes des soupapes d'arrêt et de sûreté.

Les chaudières reposent sur une plate-forme en bois recouverte d'une couche de mastic composé de craie et d'huile siccative.

Pièces pour fermer les ouvertures qui servent à nettoyer le fond des chaudières.

Les plaques en fonte qui ferment les quatre ouvertures pratiquées à l'avant et les deux à l'arrière des chaudières, pour nettoyer le dessous des cendriers et des conduits de flamme, sont garnies de barres passées au dedans des chaudières ; des boulons à écrous, qui traversent les barres et les plaques, servent à presser ces dernières contre les garnitures en tresse appliquées sur les bords extérieurs de ces ouvertures.

Garnitures des foyers.

On rapporte au fond et vers le milieu de la longueur des foyers, des taquets en fer fondu pour supporter les barres transversales qui reçoivent les abouts des deux rangées de barres qui forment les grilles; ces taquets sont retenus par des rivets contre les faces latérales des foyers.

Les pièces en fonte de fer qui supportent les barres à l'entrée des foyers, sont fixées au moyen de deux forts boulons à écrous; la tablette inclinée qui fait partie de ces supports s'avance jusqu'à l'affleurement de la façade de la chaudière pour former l'entrée des foyers.

La pièce qui sert à appuyer les ringards est placée vers le haut de l'ouverture des cendriers, et retenue par un boulon à écrou et des enfourchements ménagés aux deux extrémités de ce support.

Les châssis dormants des portes s'emboîtent dans les ouvertures des foyers, et sont fixés par deux boulons qui traversent à la fois ces châssis, la tôle des chaudières et les supports des grilles à l'entrée des foyers.

Les portes et leurs châssis sont assemblés au moyen de broches en fer formant charnières.

Le nombre total des barres est de 24 pour chacun des six foyers.

Cheminée.

La cheminée et son enveloppe reposent sur une couronne en fer fondu, dont une moitié porte sur chacun des corps de chaudière.

Cette pièce, divisée en deux parties égales par une traverse creusée en forme de gorge, supporte une valve demi-circulaire dont l'objet n'est pas de régler le tirage, mais de fermer hermétiquement l'extrémité du conduit du corps de chaudière dont on veut cesser de se servir.

La cheminée est terminée à sa partie supérieure par une couronne garnie d'un cercle portant six manilles pour étais ou haubans.

L'enveloppe de la cheminée est percée vers le haut d'un grand nombre de trous et reçoit une couronne en fer fondu.

Le tuyau d'évacuation de la vapeur est maintenu contre la cheminée par des brides avec boulons à écrous.

Soupapes de sûreté.

La boîte en fer fondu qui renferme les soupapes de sûreté est placée prés de la face arrière des réservoirs, sur lesquels elle est fixée par des boulons à écrous.

Trois ouvertures sont pratiquées sur la face supérieure de cette boîte, deux pour les soupapes, une pour le tuyau d'évacuation de vapeur; un petit trou percé latéralement sert, à l'aide d'un tuyau, à porter au dehors du bâtiment l'eau qui pourrait se trouver au-dessus des soupapes. Les deux ouvertures destinées à la mise en place des soupapes sont fermées au moyen de couvercles en fonte de fer.

La tige de chaque soupape porte un poids retenu par un écrou et une clavette, et chaque poids se termine lui-même par une tige passant dans un trou pratiqué à l'extrémité du levier plat renfermé dans l'intérieur du réservoir à vapeur. Le bout opposé de ce levier est monté sur un arbre qui traverse, dans une boîte à garniture, la face du réservoir tournée vers le vaigrage, et est assemblé avec un long levier extérieur chargé d'un poids vers l'arrière et articulé vers l'avant avec une tringle qui descend le long de la façade de la

chaudière; l'extrémité taraudée de cette tringle reçoit une manivelle à écrou pour ouvrir les soupapes de sûreté. Ces soupapes peuvent d'ailleurs se lever d'elles-mêmes, et dans ce mouvement elles sont guidées par leur tige inférieure.

Un globe en cuivre, très rétréci vers son sommet, enveloppe la partie supérieure du tuyau d'évacuation. Ce tuyau, fermé par le haut, est percé latéralement de cinq ouvertures oblongues qui donnent passage à la vapeur; mais afin que l'eau qui s'élève ou celle provenant de la vapeur condensée dans le tuyau, ne soient pas projetées sur le pont, on rapporte dans l'intérieur du globe un léger plateau en chaudronnerie, qui est soulevé par la vapeur et fait retomber au fond du globe la plus grande partie de l'eau; de là elle s'écoule par un petit conduit qui descend le long du tuyau principal jusqu'au dessous du pont, passe à tribord, à travers la soute à charbon, et se rend en dehors du bâtiment.

Soupapes d'arrêt. Pl. 1, X, A.

Les deux soupapes d'arrêt sont renfermées dans une boîte en fer fondu, placée sur les réservoirs à vapeur, près de leur face avant.

Le gros tuyau qui porte la vapeur aux deux machines se dirige suivant l'axe du navire, et se bifurque par le travers des cylindres, en deux embranchements verticaux formant arcade et reçus dans des boîtes à garniture fixées aux cylindres enveloppes; tous les raccordements de ce tuyau se font dans des boîtes à garniture.

Les tiges des soupapes d'arrêt sont taraudées dans leur partie supérieure; elles passent dans des boîtes à garniture placées au milieu des couvercles qui ferment les ouvertures nécessaires pour la mise en place et la visite de ces soupapes.

L'anneau en cuivre qui presse la garniture au moyen d'un taraudage extérieur, étant aussi taraudé intérieurement, il est facile, au moyen de leviers assemblés à l'extrémité des tiges des soupapes, de leur imprimer un mouvement de rotation pour ouvrir ou fermer le passage de la vapeur.

Soupapes atmosphériques.

Les réservoirs à vapeur sont pourvus chacun d'une soupape à rentrée d'air dont l'objet est d'obvier aux graves accidents qui pourraient résulter d'un abaissement subit de la tension de la vapeur. La tige de chacune de ces soupapes est

fixée par quatre boulons à écrous; un de ces boulons supporte un levier à poids, dont le bout le plus court fait pression contre la soupape de manière à la tenir fermée.

Robinets destinés à régler l'introduction de l'eau dans les chaudières. Pl. 1, X.

En faisant connaître la destination des divers trous qu'on remarque sur la façade des deux corps de chaudière, nous avons dit que les ouvertures les plus rapprochées du plan de séparation sont destinées aux robinets qui règlent l'introduction de l'eau d'alimentation.

Ces robinets sont munis de boîtes à garniture pour recevoir les deux bouts d'un conduit horizontal, sur le milieu duquel s'embranche le tuyau qui établit la communication avec les deux boîtes nourricières.

Ce tuyau s'élève d'abord verticalement, se dirige ensuite suivant l'axe du navire et se bifurque un peu à l'arrière des bâtis des machines; ses deux embranchements passent sur un petit support rapporté à l'arrière des saillies formées au haut des colonnes pour recevoir les entretoises des chevalets; ils s'inclinent le long des chevalets du côté du vaigrage, pour arriver aux boîtes qui reçoivent les produits des pompes d'alimentation et qui sont fixées aux réservoirs de l'eau élevée par les pompes à air.

On rapporte à l'intérieur des chaudières, et contre les ouvertures des robinets, des tuyaux courbes qui plongent d'une certaine quantité dans les conduits d'eau.

Il est bon de remarquer que la pièce à trois orifices rapportée contre les deux robinets pouvant prendre un mouvement de rotation, on obvie par ce moyen aux dilatations thermométriques du tuyau qui apporte l'eau d'alimentation.

Tuyaux et robinets de décharge des deux corps de chaudière. Pl. 1, X.

Deux robinets verticaux sont établis à l'arrière des machines, de chaque côté de la carlingue du bâtiment; leurs clefs sont creuses et percées d'une ouverture latérale.

Les ouvertures intérieures communiquent avec la mer, et les ouvertures latérales sont prolongées par deux gros tuyaux horizontaux qui établissent une communication avec le dessous des deux corps de chaudière.

La communication entre les chaudières et la pompe à bras (Pl. 1, Y.) placée à l'arrière de la machine de bâbord, est établie par un conduit transversal en fonte, ajusté sur les deux gros tuyaux de décharge; à cet effet, ce conduit est muni, vers les extrémités, de deux robinets qui le mettent en communication avec les tuyaux de décharge, et s'embranche, à son milieu, avec un tuyau qui aboutit à la pompe à bras.

D'après cette disposition, on peut, en tournant convenablement les robinets, établir une communication entre la chaudière et le dehors du navire, et faire aussi communiquer la pompe à bras avec les deux corps de chaudière, ce qui donne le moyen de les vider ou de les remplir séparément.

Quand la machine est en marche, on a toujours soin de tenir fermés les robinets de tuyaux de décharge, et de laisser ouverts ceux du conduit transversal, par ce moyen on obtient une communication permanente entre les deux corps de chaudière.

Pompe à bras pour remplir et vider les chaudières et pouvant servir de pompe à incendie, de pompe à laver et de pompe d'épuisement du navire. Pl. 1 Y et pl. 2, (Y).

Une pompe à un seul corps est placée sur l'embase du grand chevalet du côté de la coursive, entre la machine de bâbord et la muraille du navire, et à toucher la dernière colonne; elle sert pour remplir et vider les chaudières, ou pour pompe à laver, pompe à incendie et pompe d'épuisement. On peut la faire fonctionner à bras ou par la machine.

Cette pompe se manœuvre dans la chambre des machines. Un support en forme de console, fixé sur l'embase du grand chevalet, un peu en avant de la dernière colonne, reçoit sur sa branche horizontale, et transversalement au navire, l'arbre dont une manivelle est articulée avec la tige du piston de la pompe; les collets de l'arbre tournent dans des coussinets dont les paliers sont portés par la branche horizontale de la console; les extrémités de cet arbre sont prolongées l'une vers l'avant dans la coursive latérale, l'autre vers l'arrière entre les colonnes extrêmes des deux chevalets, par deux coudes ou manivelles à douille où s'adaptent les deux leviers qui servent à mouvoir le piston de la pompe par le moyen des bras, lorsque la machine est arrêtée; une quatrième

manivelle, dirigée vers le bas et perpendiculairement à la première, s'articule avec une tringle longitudinale destinée à être enclanchée sur le bouton d'un œil rapporté à la face supérieure et vers le centre du balancier placé du côté du vaigrage; lorsque la machine est en marche, elle peut au moyen de cette dernière disposition communiquer le mouvement à la pompe.

La caisse en cuivre fondu (Y) placée à l'arrière du corps de pompe, est divisée en cinq compartiments par des robinets et deux soupapes à tige. Cette caisse est surmontée d'un réservoir à air, et d'un tuyau qui traverse le pont; elle communique d'une part avec l'extérieur du bâtiment, et de l'autre avec le conduit transversal placé à l'arrière des machines et avec deux robinets destinés à l'épuisement du navire.

Les robinets placés dans les deux compartiments latéraux de la caisse sont percés de deux ouvertures à angle droit, de sorte que la pompe produit différents effets, selon la position que l'on donne aux ouvertures de ces robinets.

Lorsque le robinet de bâbord communique avec le compartiment inférieur de la caisse, et celui de tribord avec le compartiment supérieur, la pompe aspire l'eau de l'extérieur pour la refouler dans la chaudière ou sur le pont.

En interceptant toute communication avec le robinet de bâbord, et tournant vers le bas l'une des deux ouvertures du robinet de tribord, la pompe aspire l'eau de la chaudière ou de la cale pour l'envoyer sur le pont.

Si l'on conserve au robinet de tribord la même position, mais qu'on mette en communication le robinet de bâbord avec le haut de la caisse, on peut envoyer en dehors du navire l'eau de la chaudière ou de la cale.

Enfin, en fermant toute communication à tribord, et tournant vers le haut une des ouvertures du robinet de bâbord, la pompe aspire l'eau de la mer pour la refouler sur le pont.

On remarque sur la tête de chaque robinet une petite goupille qui limite son mouvement, et sur la face supérieure de la caisse une ouverture pour mettre en place et visiter les soupapes à tige. Cette ouverture est fermée au moyen d'un couvercle taraudé.

On a placé à l'arrière du corps de pompe une soupape de sûreté qui supporte une pression de 4 k. environ par centimètre carré. C'est une disposition qui mérite d'être signalée, et qu'on devrait adopter pour tous les appareils.

INSTRUCTION

SUR

LA CONDUITE, LA MANŒUVRE ET L'ENTRETIEN DES MACHINES

A BORD DES BATIMENTS A VAPEUR (1).



Surveillance à exercer par le capitaine.

Assiette du navire et règlement des roues à aubes pour la meilleure marche.

Le devis d'armement d'un bâtiment à vapeur doit renfermer tous les éléments de calculs nécessaires pour assurer les dispositions de chargement et d'arrimage les plus favorables au développement de la pleine puissance de l'appareil moteur, et procurer la meilleure marche au navire.

Une trop grande comme une trop faible immersion des roues à aubes, lorsque le navire est trop chargé ou ne l'est pas assez, influent d'une manière très sensible sur l'effet utile du moteur. L'immersion normale des aubes ou la plus favorable à la marche du navire est celle qui, en général, est mesurée par un enfoncement de 10 centimètres (4 pouces anglais) du bord intérieur de l'aube

(1) Sous ce titre, nous ne prétendons donner que des préceptes généraux sur la conduite, la manœuvre et l'entretien des machines à vapeurs marines. Les devoirs et fonctions des mécaniciens à bord des bâtiments à vapeur, sous les rapports de l'ordre du travail et de la discipline, doivent être détaillés dans des instructions ou règlements particuliers à chaque service : nous citerons comme modèle, le règlement sur le *personnel des machines*, par M. le capitaine de vaisseau Verninac-St-Maur, président du comité de service des paquebots-postes du Levant. Les opérations relatives à la conduite des feux des chaudières, varient aussi selon la nature du charbon ; et, à ce sujet, nous citerons encore l'instruction *pour l'emploi des charbons de la Grand-Combe*, par M. le capitaine de vaisseau de Lasseaux, commandant supérieur des bâtiments à vapeur de la marine royale dans la Méditerranée.

la plus basse au-dessous de la flottaison normale correspondante à la moitié de l'approvisionnement ordinaire en combustible. Il serait donc avantageux d'avoir un moyen de rapprocher à volonté les aubes du centre des roues, lorsque le bâtiment est trop chargé, et de les en écarter lorsque le bâtiment est lége, de manière à conserver autant que possible l'immersion normale des aubes.

La conduite des chaudières exige une surveillance particulière, dans l'intérêt de leur conservation et de l'économie du combustible. Un chauffeur habile ne charge point trop ses fourneaux, il dégage de temps en temps les grilles pour livrer passage à l'air qui arrive des cendriers, ne tourmente pas le feu et l'alimente convenablement. Ces opérations doivent s'exécuter avec intelligence et célérité, et réclament les soins constants des mécaniciens. Conduite de l'appareil.

Pendant la marche, il faut observer attentivement la pression de la vapeur dans les chaudières, et faire lever les soupapes de sûreté, lorsqu'elle dépasse la pression ordinaire, qui est, en général, de 10 centimètres (4 pouces anglais), mesurés à l'indicateur du manomètre à syphon, et en réalité de 20 centimètres (8 pouces anglais), différence de niveau du mercure dans les deux branches du manomètre; ces soupapes pouvant prendre de l'adhérence sur leurs siéges et ne pas s'ouvrir d'elles-mêmes. On observe avec non moins d'attention les robinets-jauges, flotteurs et tubes indicateurs du niveau de l'eau, qui ne doit dans aucun cas baisser jusqu'à découvrir les surfaces de chauffe. C'est la meilleure garantie contre la négligence des mécaniciens dans le service des chaudières, et le moyen le plus certain d'éviter toutes les chances d'explosion. Les mécaniciens s'étudient aussi à faire disparaître les chocs et autres causes d'échauffement dans les mouvements des machimes, lesquels consomment sans utilité une partie de la force motrice et finissent par gripper les coussinets ou user les diverses articulations. Le capitaine recherche lui-même ces défauts, les signale aux mécaniciens et leur enjoint d'y porter remède.

Un bâtiment ne devrait jamais marcher *avec les soupapes levées;* c'est-à-dire, que la pression de la vapeur dans la chaudière devrait être tenue constamment au-dessous de celle d'après laquelle le constructeur a réglé la charge des soupapes de sûreté. C'est ce qui n'a pas lieu ordinairement : en sorte que, lorsque la machine ralentit son mouvement par l'effet du vent ou de la mer contraires, la chaudière produit de la vapeur en excès, qui se perd par le tuyau de dégagement, et la consommation du combustible est alors à peu près la même que si la machine fonctionnait à sa vitesse de règle. Cependant, une grande économie de combustible peut être obtenue en dirigeant convenablement les feux.

On doit laisser tomber ces feux, lorsque l'accroissement de résistance qu'éprouve la machine ralentit son mouvement; abattre un, deux fourneaux, en modérant ou annulant leur tirage au moyen des registres des cendriers, et (la chaudière étant divisée en deux corps indépendants) ne chauffer même qu'un seul corps de chaudière, si la vitesse du piston ou la consommation de la vapeur par la machine est réduite jusqu'à la moitié de celle de règle.

En donnant moins d'activité aux feux, par le moyen indiqué ci-dessus, et réduisant en même temps la pression de la vapeur ou la force de la machine, on peut aussi, dans les circonstances ordinaires et lorsque la destination du bâtiment ne réclame pas, à tout prix, la plus grande vitesse, obtenir une grande économie de combustible dans le parcours d'une distance donnée. On sait que la vitesse d'un navire varie, théoriquement, comme la racine cubique de la puissance effective développée par le moteur. D'après des expériences ordonnées par l'amirauté anglaise pour vérifier l'accord de cette loi avec la pratique, on a reconnu qu'en réduisant la puissance et par suite la dépense de combustible d'un *sixième*, la vitesse était seulement réduite d'un *vingt-quatrième;* ou, en d'autres termes, qu'on pouvait parcourir une distance donnée à raison de 8 nœuds, avec $\frac{1}{6}$ de moins de combustible que si la vitesse était maintenue durant toute la traversée à 8 $\frac{1}{3}$ nœuds par heure.

C'est encore ici le lieu de signaler le parti avantageux que le capitaine doit savoir tirer de l'action des voiles, en la combinant à propos avec l'action de la machine. Lorsque la vitesse, due au seul emploi de la vapeur, se trouve trop réduite par la résistance du vent et de la mer, on peut, en augmentant cette vitesse par le secours des voiles, atteindre en moins de temps un point situé directement dans le lit du vent. Par exemple, si la vitesse, à cause du vent et de la mer contraires, était réduite à 3 nœuds par heure, et si la distance à parcourir en route directe était de 2300 milles, le temps employé à cette traversée serait de 767 heures; tandis que si, en faisant de la toile et portant à 4 quarts, la vitesse s'élevait à 4 $\frac{1}{2}$ nœuds, le même point d'arrivée serait atteint en 723 heures et en parcourant une route oblique de 3253 milles. Si le vent permettait au bâtiment de porter à 2 quarts, et qu'on obtînt aussi le même accroissement de vitesse, c'est-à-dire 4 $\frac{1}{2}$ nœuds, la traversée serait de 668 heures et par une route oblique de 3005 milles. On pourrait étendre ces exemples à d'autres vitesses; et l'on voit qu'il sera toujours extrêmement facile de dresser un tableau indiquant, pour une distance directe donnée, le nombre d'heures correspondant à chaque route oblique, en raison de l'accroissement de vitesse obtenue par le secours des voiles. Les bâtiments à vapeur de la ma-

rine militaire sont gréés de manière à pouvoir louvoyer entre 11 quarts du lit du vent, à la vitesse de 8 nœuds, avec les roues libres; à 6 quarts, le vent deviendra donc portant pour la route à faire. A ce point et au delà, les voiles procureront fréquemment au navire une vitesse dépassant le maximum que pourrait imprimer la seule action de la machine; on économisera le combustible, et l'on ménagera en même temps la solidité de l'appareil.

Quelques heures après que l'appareil a commencé à fonctionner, pour empêcher que le sel marin ordinaire (hydrochlorate de soude) ne se dépose dans les chaudières et n'obstrue les robinets-jauges, tubes indicateurs, manomètres, etc., les mécaniciens doivent faire une extraction partielle de l'eau des chaudières, d'une tranche d'environ 10 centimètres d'épaisseur; c'est-à-dire qu'après avoir fait préalablement monter l'eau de 5 centimètres, ils l'abaissent jusqu'à 5 centimètres au-dessous du niveau ordinaire, qu'ils rétablissent ensuite promptement au moyen des pompes d'alimentation à eau chaude. Cette opération est répétée de 2 heures en 2 heures, ou au moins de 4 en 4. On parvient ainsi à éviter les dépôts de sel marin. Mais, pour prévenir les dépôts de sels calcaires, il faut y joindre l'usage d'un autre procédé. L'argile, épurée de matières étrangères, injectée dans les chaudières au moyen d'une des pompes d'épuisement de la cale, pouvant servir à volonté de pompe d'alimentation à eau chaude, a produit jusqu'à présent les effets les plus certains.

En arrivant au mouillage et après avoir fait tomber les feux, on doit, au moyen de la pression de la vapeur restante, opérer une forte extraction de l'eau des chaudières, mais de manière cependant à ne pas refroidir trop brusquement leurs parois; on ouvre ensuite le trou-d'homme; on visite soigneusement leur intérieur, et on les nettoie le plus souvent possible pour enlever les dépôts calcaires, dont le moindre inconvénient est d'augmenter la consommation de combustible, car ils peuvent devenir assez épais pour brûler ou fendre les tôles et exposer aux plus graves accidents.

Il est nécessaire que les garnitures des pistons et des tiroirs soient souvent visitées et renouvelées, pendant les temps de repos de l'appareil. C'est, en général, par suite du mauvais état des garnitures, que la condensation est imparfaite, que les condenseurs s'échauffent et que l'appareil moteur perd une grande partie de sa force. On s'assure que la condensation s'opère d'une manière convenable, à l'inspection du baromètre qui indique le degré du vide, ou simplement au toucher, la chaleur du condenseur devant produire à la main la même impression que celle du lait tiède. La force des machines peut être encore considérablement altérée par des dérangements dans le parallélisme ou les dimen-

sions relatives de leurs organes de mouvement, par des défauts de masticage ou des fuites qui laissent échapper la vapeur ou donnent entrée à l'air dans les compartiments où doit s'opérer le vide.

Manœuvre de l'appareil.

Tous les commandements doivent être précédés du mot : *Machine*, afin de ne pas les confondre avec ceux relatifs aux autres manœuvres du bâtiment. Dans le même but, les commandements adressés au timonnier seront exprimés par : *La barre* = à tribord. *La barre* = à babord, etc.

Les commandements du capitaine doivent être transmis par un homme de la machine, placé à la claire-voie des manivelles, et répétés à haute voix par le chef mécanicien.

Un peu avant le moment convenable de faire fonctionner l'appareil, et afin de laisser aux mécaniciens le temps suffisant pour s'assurer qu'aucun obstacle ne s'oppose au libre mouvement des diverses pièces du mécanisme, pour purger les machines, les balancer et prendre toutes les dispositions préparatoires, le capitaine commande :

Machine = Soyez paré.

Lorsque le chef mécanicien annonce que tout est prêt et que ses hommes de service sont à leur poste, le capitaine fait précéder ses commandements de celui-ci qui n'est qu'un commandement d'avertissement :

Machine = Attention.

Il commande ensuite, suivant les circonstances de la manœuvre du navire :

Machine = En avant ;
Machine = Stop ;
Machine = En arrière ;
Machine = Doucement (les registres fermés en partie) ;
Machine = Plus doucement (les registres presque entièrement fermés) ;
Machine = A toute vitesse (les registres ouverts en grand) ;
Etc.

Ces commandements s'exécutent d'abord au moyen des pédales ou leviers de mise-en-train ; et les mécaniciens n'accrochent définitivement le bras de l'excentrique sur le bouton de la manivelle du tiroir, que lorsque le capitaine fait le commandement de :

Machine = En route.

Devoirs du chauffeur.

Allumer le feu.

Le chef mécanicien ayant donné l'ordre de chauffer, le chauffeur doit premièrement examiner l'état des fourneaux des chaudières, s'assurer que les

barreaux des grilles sont à leur place et ne sont point engagés. Il charge ensuite les fourneaux avec une légère couche de charbon éparse sur les grilles; il y met du bois par-dessus, qu'il recouvre également par du charbon. Il allume à petit feu; car, sans cette précaution, les parois des foyers, surprises par une vive chaleur, éprouveraient un changement trop brusque de température qui occasionnerait des fissures aux tôles des côtés et du dessus des fourneaux. Il ne doit pas tourmenter son feu, jusqu'à ce qu'il soit bien embrasé. Après quoi, il charge définitivement les fourneaux d'une couche de charbon (1) d'environ 10 centimètres d'épaisseur, jusqu'aux deux tiers à peu près de la longueur des grilles, à partir de l'avant, et à une certaine distance des parois latérales, pour éviter qu'ils ne viennent se coller sur ces parois, principalement dans les chaudières en cuivre, où les parties sulfureuses du combustible auraient une action nuisible sur le métal. Il ferme les portes des foyers et laisse le feu brûler avec ardeur, ayant soin de temps en temps de dégager les grilles, pour que l'air qui arrive par les cendriers vivifie la combustion en passant librement à travers ces grilles.

Entretenir le feu

Il faut que le chauffeur observe bien la hauteur de la baguette du manomètre. Il connaît que son feu se ralentit, lorsque la baguette descend; ce qui l'avertit de pousser plus vivement le feu, pour qu'elle reprenne sa hauteur ordinaire, ayant soin cependant de ne pas mettre, dans ce cas, une couche de charbon trop épaisse sur les grilles, afin de laisser à l'air le passage nécessaire pour la combustion.

Nettoyer et alimenter les fourneaux.

Avant d'alimenter les fourneaux, il faut premièrement dégager les grilles. Le charbon n'ayant pas été répandu jusqu'au fond des foyers, mais seulement jus-

---

(1) Ce charbon doit être préalablement réduit en morceaux de la grosseur d'une pomme ordinaire; il ne faut pas non plus qu'il soit assez menu pour passer à travers les barreaux des grilles, dont l'écartement est, en général, de 12 à 13 millimètres.

« Les grilles des fourneaux doivent être espacées de 25 à 30 millimètres, afin de faciliter à l'air un passage que l'expérience a démontré nécessaire pour activer la combustion du charbon Grand-Combe, dont les deux espèces *Ayrolle* et *Champ-Clozon*, mélangées en parties égales, fournissent, sous le nom de *motte-vapeur*, un combustible reconnu propre à la navigation. L'*Ayrolle* est d'une contexture grenue, et sans éclat, très friable, lent à s'allumer; mais il chauffe bien. Le *Champ-Clozon* est lamellé et brillant, moins friable, et a de l'analogie avec le charbon anglais de *Newcastle*; il s'enflamme assez promptement, brûle vite, mais développe moins de chaleur que l'*Ayrolle*. » (*Instruction pour l'emploi des charbons de la Grand-Combe*, par M. Delassaux.)

qu'aux deux tiers environ, à compter de l'avant, afin que la flamme trouve moins d'obstacle à se précipiter dans les carneaux et soit moins susceptible de brûler les parois des autels ou des traverses, il résulte en même temps de cette disposition plus de facilité pour le nettoyage des grilles. Le chauffeur pousse donc le charbon qui reste, dans le fond des foyers; les scories ou mâchefers viennent alors se présenter à sa vue; il les retire promptement, et ramène ensuite sur le devant le charbon embrasé qu'il avait poussé au fond et qui sert à allumer le charbon frais qu'il jette sur les grilles pour alimenter les fourneaux. Aussitôt après, il ferme les portes des foyers; et, en général, il doit tenir ces portes ouvertes le moins longtemps possible, pour que l'introduction de l'air ne refroidisse pas les parois latérales et supérieures des fourneaux et ne fasse baisser la tension de la vapeur.

Nettoyer les cendriers.

Les cendres et escarbilles qui tombent dans les cendriers, conservent une assez forte chaleur pour élever la température de l'air nécessaire à la combustion et diminuer le tirage ou l'action du feu. Il importe donc de nettoyer souvent ces cendriers ou d'en retirer les cendres et escarbilles.

Suspendre momentanément le feu.

Il est nécessaire que le chauffeur ouvre les portes des foyers, lorsque la machine est arrêtée momentanément; qu'il ferme les registres des cendriers ou de la cheminée, pour suspendre le tirage ou une production de calorique inutile et même nuisible pendant ce temps d'arrêt de la machine. Il ferme en même temps les soupapes ou robinets d'alimentation des chaudières.

Eteindre le feu.

Lorsque la machine est arrêtée définitivement et que le chef mécanicien a reçu l'ordre de faire éteindre les feux, le chauffeur doit fermer les registres des passages de l'air et ouvrir les portes des foyers; retirer lentement le charbon, pour ne pas faire éprouver aux barreaux des grilles et aux tôles des chaudières un changement trop subit de température, qui pourrait y occasionner des fissures et des gonflements; le faire tomber devant les cendriers, et l'éteindre au fur et à mesure.

Devoirs du mécanicien, chef de quart.

Dispositions préparatoires et visite générale de l'appareil.

Le mécanicien qui prend le quart pour conduire la machine, au monent de la mise en marche, doit s'assurer en premier lieu si les dispositions préparatoires qu'exigent les chaudières ont été bien observées; si le niveau de l'eau est à la hauteur convenable; si tous les objets adaptés à l'appareil évaporatoire sont en état et fonctionnent librement.

Il ordonne ensuite aux chauffeurs d'allumer le feu, ayant soin d'ouvrir une soupape ou un robinet pour donner issue à l'air renfermé dant la chaudière ;

cet air, échauffé par la vapeur, pouvant par sa dilatation produire des fuites très grandes dans les divers joints et quelquefois des engorgements d'eau dans les cylindres à vapeur. Lorsqu'il n'y a plus d'air dans la chaudière, ce dont on a connaissance aussitôt que la vapeur commence à sortir par l'orifice laissé ouvert, le chef de quart ferme cet orifice et laisse monter la tension de la vapeur jusqu'au degré du manomètre déterminé par le constructeur. Pendant ce temps, il visite les divers mouvements de la machine et des roues, pour examiner s'ils sont en bon état et ne peuvent être engagés, au moment de fonctionner. Il s'assure aussi lui-même si les injections et toutes les prises d'eau de la mer sont telles qu'elles doivent être, et si leurs robinets ou soupapes peuvent être manœuvrés librement. Il fait graisser soigneusement les articulations des diverses pièces du mécanisme.

Aussitôt qu'il a reçu l'ordre de se préparer à faire fonctionner l'appareil, il ouvre la soupape destinée à envoyer la vapeur dans le fond du tiroir, du cylindre et du condenseur, et purger la machine jusqu'à ce que l'eau et l'air qui s'y trouvent renfermés en soient chassés par la vapeur à travers le reniflard ou soupape de purgation. Il balance la machine, en lui faisant faire quelques tours en avant et en arrière, pour être sûr de pouvoir la lancer à l'instant même du commandement. Ces quelques tours de roues ont lieu lentement, afin que l'eau qui se trouve au-dessus du piston du cylindre à vapeur et qui n'a pu être chassée à travers la soupape de purgation, ait le temps de s'écouler par la boîte à tiroir dans le condenseur.

Toutes ces précautions ayant été prises, le mécanicien chef de quart se trouve prêt à mettre la machine en mouvement et à exécuter promptement sur elle les manœuvres commandées par le capitaine. Au commandement de : *Machine* = En avant, ou de : *Machine* = En arrière, il ouvre à l'instant le registre d'admission de vapeur dans la boîte à tiroir et, dès que la machine a commencé à prendre du mouvement, la soupape ou robinet d'injection d'eau froide dans le condenseur; et, se réglant sur la position des manivelles de l'arbre de couche ou sur la position de la traverse du piston, il gouverne à la main le levier du tiroir, de manière à introduire à propos la vapeur au-dessus ou au-dessous du piston, et ainsi de suite alternativement. Machine en mouvement.

Au commandement de : *Machine* = Stop, il arrête la manœuvre du tiroir et ferme au même instant le registre de vapeur et l'injection au condenseur. La machine ayant été mise en mouvement au moyen du levier de mise-en-train, aussitôt le commandement de : *Machine* = En route, le mécanicien embraye définitivement le bras d'excentrique avec le bouton de la manivelle du tiroir.

Il donne ensuite la marche ordinaire au mécanisme, ouvrant plus ou moins le registre d'admission de vapeur selon la vitesse du piston et la puissance productive de la chaudière, et la soupape d'injection selon l'état de la condensation.

Il doit faire ouvrir les soupapes de sûreté, si elles adhèrent à leurs sièges et ne se lèvent pas d'elles-mêmes, lorsque la vapeur dans la chaudière est indiquée dépasser la tension requise. Mais, dans tous les cas, il faut les ouvrir lentement, afin que l'eau ne soit point entraînée par la vapeur dans le tuyau de dégagement ou même dans le tuyau de communication aux cylindres de la machine; pour ce motif, les leviers à vis et à écrou qui servent à manœuvrer ces soupapes sont préférables aux leviers à tiroir que les mécaniciens peuvent faire agir brusquement.

Pendant tout le temps que l'appareil fonctionne, il surveille avec une attention particulière le service des chauffeurs ; il s'assure que l'alimentation entretient l'eau des chaudières au niveau convenable; il fait une extraction partielle de cette eau saturée de sel marin, au moins une fois dans son quart, ou mieux encore deux fois s'il est possible ; et, lorsqu'il fait usage d'argile pour prévenir les dépôts de sels calcaires, il doit en injecter dans la chaudière la quantité nécessaire pour remplacer celle qui est entraînée par l'extraction. Les fuites ou les gonflements qui se déclarent beaucoup trop souvent aux parois des foyers, et que les mécaniciens désignent communément par le nom de *coups de feu*, proviennent en général ou d'une couche trop épaisse de dépôts salins sur ces parois, ou d'un abaissement du niveau de l'eau laissant à découvert les surfaces de chauffe. Lorsque ce dernier cas arrive, les conséquences peuvent en être beaucoup plus funestes ; et aussitôt que le mécanicien chef de quart s'en aperçoit, le meilleur parti qu'il ait à prendre est d'arrêter d'abord les pompes alimentaires et surtout de ne pas employer la pompe à eau froide pour rétablir le niveau; afin d'éviter les détonnations qui auraient lieu par l'arrivée de l'eau sur le métal surchauffé et qui produiraient au moins des fissures dans les tôles, si la grande quantité de vapeur qui pourrait se développer instantanément n'était même capable de faire éclater la chaudière. Il faut que le mécanicien, après en avoir prévenu le capitaine, ordonne immédiatement de fermer le registre de la cheminée ou mieux les portes des cendriers pour arrêter le tirage; qu'il se garde bien d'ouvrir les soupapes de sûreté ; qu'il fasse retirer les feux sans trop de précipitation ; qu'il continue de faire marcher la machine le plus longtemps possible, pour consommer la vapeur produite, et qu'il attende d'avoir refroidi lentement les parois des foyers, pour pouvoir alimenter de nouveau la

chaudière et pousser ensuite assez vivement les feux qu'il vient de rallumer, afin d'obtenir au plus tôt de la vapeur.

Il doit faire observer aux hommes de service de la machine, qui sont chargés de graisser les mouvements, de ne point employer de la graisse ou de l'huile sales et de ne laisser glisser aucun corps dur dans les diverses articulations; sans quoi, les coussinets ou garnitures en cuivre éprouveraient une prompte détérioration. Il porte également son attention sur le travail de la pompe à air et des autres pompes de service de la machine. Il examine si l'injection se fait bien et si le condenseur ne s'échauffe pas. Il recherche enfin si des chocs qui se manifestent dans quelques organes et si des fuites de vapeur ou des introductions d'air, annoncées par des sifflements, ne viennent troubler le jeu du mécanisme et réduire notablement sa puissance motrice. La plupart des chocs peuvent être corrigés pendant la marche, et souvent il suffit de donner le serrage convenable aux clavettes des articulations. Les introductions d'air dans les compartiments où se fait le vide, et qui proviennent de défauts de masticage, se reconnaissent en promenant une bougie sur les divers joints; et l'on doit garnir de mastic les endroits où la lumière est aspirée et éteinte.

Toutes les fois qu'on arrête momentanément la machine, le mécanicien ordonne aux chauffeurs d'ouvrir les portes des foyers et de fermer les registres des cendriers ou de la cheminée. Il fait fermer aussitôt les soupapes ou robinets d'alimentation adaptés à la chaudière, pour éviter les chocs qui auraient lieu dans les tuyaux alimentaires par le contact de l'eau froide avec la vapeur provenant de la chaudière. Les robinets sont préférables aux soupapes à siége qui, sujettes à s'engager, donnent plus souvent lieu à ces chocs, semblables à des coups de marteau, produisant la prompte détérioration des soudures et des brides des tuyaux. Si le temps d'arrêt de l'appareil se prolonge, on entretient le niveau de l'eau dans la chaudière, au moyen de la pompe à bras.

Le capitaine ayant eu le soin de prévenir qu'on approche du mouillage, les mécaniciens doivent laisser tomber les feux et ne conserver que la vapeur suffisante pour atteindre le point d'arrivée.

Machine au repos.

La machine étant définitivement arrêtée et l'ordre d'éteindre les feux ayant été donné, le chef de quart fait boucher soigneusement les trous de graissage des principales articulations, fait couvrir les dessus des boîtes à étoupes des cylindres, boîtes à tiroir et autres, de crainte que les cendres soulevées par l'extinction des feux ne viennent se loger dans ces parties et ne s'introduisent dans les coussinets et garnitures en cuivre; ce qui occasionnerait par la suite des gorges aux tourillons et des canelures aux tiges des pistons.



Après avoir opéré, au moyen de la pression de la vapeur, une forte extraction de l'eau de la chaudière, mais de manière à ne pas refroidir trop brusquement ses parois (1), et après avoir fait ouvrir le trou-d'homme, on doit s'occuper de suite de la mise en bon état de toutes les parties du mécanisme, et du nettoyage ou fourbissage de ces parties, pendant qu'elles sont chaudes. On attend que le refroidissement de la chaudière permette de pénètrer dans son intérieur, pour procéder à la visite des grilles des foyers et au nettoyage général des conduits de flamme et des bouilleurs ou lames d'eau.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES

SUR LA CONDUITE ET L'ENTRETIEN DES MACHINES A VAPEUR MARINES.

Tout mécanicien conducteur de machines à vapeur a besoin d'être parfaitement exercé à la confection des garnitures des pistons, boîtes à vapeur et autres. Celle du piston du cylindre à vapeur doit fixer particulièrement son attention : s'il la serrait trop, surtout quand le cylindre est chaud, celui-ci pourrait casser par l'effet du refroidissement.

Il doit avoir la connaissance complète de la machine qu'il dirige; être en état de décrire et expliquer l'usage de toutes les pièces qui la composent, de les monter, démonter et réparer, et enfin de remédier promptement par lui-même

(1) Les mécaniciens ont, en général, l'habitude d'opérer ce qu'ils appellent une *extraction en grand* par le moyen de la pression de la vapeur, lorsqu'on arrive au mouillage, et même lorsque dans une longue traversée on s'arrête pour nettoyer la chaudière. De l'aveu de plusieurs d'entre eux, des fentes se sont alors déclarées aux tôles des foyers, surtout dans le voisinage des tirants, entretoises et rivets des coutures, à cause des différences de dilatation pour des épaisseurs de métal inégales. Il est naturel de craindre aussi que par ces extractions complètes, répétées trop souvent, les bouilleurs latéraux mis à sec, transmettant leur chaleur au bois qui les avoisine, ne finissent peu à peu par carboniser ce bois, qui peut ensuite s'enflammer à la moindre étincelle et produire un incendie dans les soutes alimentaires. Nous pensons donc qu'on devrait supprimer ou du moins modifier cet usage, en se bornant à baisser le niveau

aux dérangements accidentels qui peuvent en troubler le jeu. Il doit avoir assez de pratique pour que, voyant fonctionner la machine, il sache découvrir et corriger à l'instant même les chocs, les frottements, les fuites de vapeur ou introductions d'air, qui échauffent les divers organes du mécanisme et altèrent sa puissance motrice.

Il faut aussi que, lorsque la machine est au repos, il soit ouvrier assez habile pour faire disparaître de plus grands défauts qui réduisent considérablement la force de l'appareil : tels que les dérangements du parallélisme des arbres des roues avec les axes de rotation des balanciers, du mécanisme du parallélogramme d'où dépend la rectitude du mouvement de la tige du piston du cylindre à vapeur, et de la régulation de distribution de vapeur adoptée par le fabricant, et qui constitue l'emploi le plus avantageux du moteur créé dans la chaudière.

Parallélisme des arbres.

Pour qu'une machine marche *carrément*, il faut que les axes de rotation des balanciers aient été montés en premier lieu suivant une ligne parfaitement droite et perpendiculaire au plan diamétral du navire. Prenant cette ligne pour base invariable, les bras des balanciers doivent être égaux entre eux et l'arbre de couche parallèle à cette ligne, c'est-à-dire que les distances menées de chaque centre de rotation des balanciers, perpendiculairement à l'arbre, doivent être égales entre elles. L'arbre intermédiaire et les deux arbres des roues, composant l'arbre de couche, doivent tourner sur un axe parfaitement droit. On nivelle les arbres des roues avec l'arbre intermédiaire dont on a préalablement vérifié le parallélisme avec l'axe des balanciers, à l'aide de voyants, ou au moyen des manivelles qui, étant emmanchées bien perpendiculairement aux arbres, doivent conserver entre elles le même écartement, aux divers points de la circonféreuce décrite par leurs extrémités; mais un autre moyen plus exact, employé par les ouvriers monteurs, est de tendre fortement un cordeau suivant une ligne parallèle à l'axe de l'arbre intermédiaire et conséquemment à l'axe

---

de l'eau par la pression de la vapeur, de manière à ne pas mettre à nu les parois des foyers; on injecterait graduellement de l'eau froide avec la pompe à bras, si l'on avait hâte de refroidir la chaudière ; on la viderait ensuite complètement par les portes de sels dans la cale, d'où cette eau serait extraite au moyen des pompes de service de la machine et du navire. C'est une erreur de croire que l'extraction en grand entraîne les écailles des sels insolubles déposés sur les parois des bouilleurs : s'il en était ainsi, ces écailles obstrueraient bientôt les coudes des tuyaux et robinets d'extraction, ou seraient arrêtées par les grilles qu'on met très souvent aux orifices de décharge à la mer.

des balanciers, en observant que le cordeau, fortement tendu, conserve encore, à raison de sa pesanteur, une courbure dont la flèche est d'environ $\frac{1}{2}$ millimètre par mètre de longueur.

Parallélogramme.

Le mécanisme qui dirige le mouvement de la tige du piston du cylindre à vapeur et qu'on nomme *parallélogramme*, a pour but de rendre ce mouvement rectiligne, afin que la tige et le piston, dans les différentes positions de leur course et pendant les oscillations des balanciers, ne puissent exercer des frottements inégaux contre la boîte à étoupes et les parois du cylindre. La construction de ce mécanisme repose sur cette propriété de tout parallélogramme articulé, que, lorsque les sommets de trois angles du parallélogramme sont assujettis à décrire chacun un arc de cercle, le sommet de l'autre angle ou un point pris sur le prolongement d'un des côtés parcourt, à très peu près, une ligne droite, pendant une certaine étendue du mouvement. Dans les machines à vapeur marines à deux balanciers, le parallélogramme est double, et ce sont les deux points extrêmes de la traverse à laquelle est suspendue la tige du piston, qui doivent parcourir une ligne droite se confondant avec l'axe du cylindre. Cet axe vertical passe perpendiculairement au milieu de la flèche de l'arc décrit par les extrémités des balanciers. Le parallélogramme est formé par la bielle pendante de la traverse du piston, par une tringle verticale égale et parallèle, ayant son point de rotation sur le balancier, et par une tringle horizontale égale et parallèle à la partie de l'axe longitudinal du balancier, qui sépare les deux points de rotation de la bielle pendante et de la tringle verticale. Le troisième point de rotation ou le sommet articulé de l'angle formé par les deux tringles est conduit par une manivelle ou *rayon régulateur*, dont la position et la longueur ont été calculées de manière à décrire un arc de cercle déterminé par les trois positions que prend l'articulation des deux tringles lorsque le piston est au bas, au milieu et au sommet de sa course et que, dans ces trois positions, le parallélogramme est construit avec la condition que le point de suspension de la tige du piston se meut en ligne droite suivant l'axe vertical du cylindre. Il suffira donc au mécanicien, pour rectifier le mécanisme du parallélogramme, de vérifier si les longueurs des quatre côtés sont bien égales et parallèles deux à deux, et si le centre et la longueur du rayon régulateur n'ont pas varié, en s'assurant que les trois positions du point de suspension de la tige du piston, correspondantes au milieu et aux extrémités de l'arc décrit par le balancier, sont dans l'axe du cylindre. Lorsque le balancier est à la position horizontale, il est évident que la manivelle ou rayon régulateur doit se confondre avec la direction de la tringle horizontale du parallélogramme.

Régulation des tiroirs.

Le système de distribution de vapeur d'après lequel le mécanisme des tiroirs est réglé, est l'objet le plus à considérer dans la construction des machines à vapeur; et le mécanicien conducteur doit être bien pénétré de l'importance de ce mécanisme. Il faut qu'il étudie les relations qui existent entre la marche du piston et celle du tiroir, la marche de celui-ci étant entièrement dépendante de la marche du premier qui lui transmet son mouvement par l'intermédiaire des balanciers, de la grande bielle, de l'arbre de couche et du bras d'excentrique; qu'il sache que la vapeur n'est pas introduite dans le cylindre durant toute l'étendue de la course du piston, mais que cette introduction est interrompue à une certaine partie de la course, la vapeur renfermée dans le cylindre continuant d'agir par sa force de ressort ou par expansion; que cette vapeur elle-même ayant agi pendant un certain temps expansivement, est mise en communication avec le condenseur avant la fin de la course du piston; ce mode de distribution ayant pour but d'éteindre peu à peu la force motrice qui presserait inutilement le piston au moment où, par la nature du mouvement rotatoire qu'il imprime à la manivelle de l'arbre de couche, il parvient à ce qu'on appelle son *point mort* et va recevoir une impulsion en sens contraire ou rétrograde; d'où il résulte qu'on fait produire le même travail par la machine, avec la moindre dépense possible de vapeur ou de combustible.

Dans les machines construites sur le modèle de celles du *Sphynx*, la vapeur n'est admise dans le cylindre que pendant les premiers $\frac{9}{10}$ de la course du piston, le reste de la course s'exécutant au moyen de la détente ou expansion de la vapeur et la condensation de cette vapeur ayant lieu un peu avant la fin. Les machines du modèle *Sphynx* procureraient donc une économie de $\frac{1}{10}$ de vapeur ou de combustible sur celles où la vapeur serait introduite pendant toute la durée de la course du piston. Dans les machines construites par MM. Maudslay ou Miller, la vapeur n'est admise dans le cylindre que pendant les $\frac{7}{10}$ de la course; elle agit par détente et se condense d'avance pendant les derniers $\frac{3}{10}$. C'est donc encore une économie de $\frac{2}{10}$ ou $\frac{1}{3}$ de combustible sur les machines du modèle *Sphynx*, avec le même travail ou effet utile.

Les différents effets de la régulation des tiroirs, ou du mode de distribution de vapeur adopté par le constructeur, dépendent des dimensions qu'il donne aux bandes planes de ces tiroirs relativement aux dimensions des orifices des cylindres, et de la position du *toc* ou taquet d'excentrique sur l'arbre intermédiaire, lequel entraîne le heurtoir du cercle excentrique entouré du collier ou chariot dont le bras transmet le mouvement à la manivelle du tiroir, et détermine les correspondances nécessaires entre la marche de celui-ci et celle du

piston. Le mécanicien conducteur doit conserver soigneusement les repères qu'il a relevés ou qui lui ont été donnés lors du montage des machines. Il lui suffit de connaître les quantités en hauteur dont les orifices supérieur et inférieur du cylindre sont couverts ou découverts vers la communication au condenseur, lorsque le piston est à l'une ou à l'autre extrémité de sa course. Dans les machines du *Sphynx*, par exemple, ces deux repères sont égaux chacun à 30 millimètres; c'est-à-dire qu'il faut que, lorsque le piston est au point le plus bas de sa course, l'orifice supérieur du cylindre soit découvert par le tiroir de 30 millimètres vers le condenseur (pour les machines du système Maudslay, ce repère serait de 70 millimètres); ce qui donne le moyen de vérifier la position du toc ou taquet sur l'arbre, et de l'avancer ou le reculer pour qu'il vienne à joindre le heurtoir d'excentrique, dans ces deux positions correspondantes du tiroir et du piston. De même, lorsque le piston est au point le plus haut de sa course, il faut que l'orifice inférieur du cylindre soit découvert de 30 millimètres (machines Maudslay : 80 millimètres) vers le condenseur, ou bien l'orifice supérieur étant plus accessible à la vue, il faut que celui-ci soit couvert et débordé de cette même quantité vers le condenseur. La vérification simultanée de ces deux repères est nécessaire pour s'assurer que le point de suspension de la tige du tiroir n'a pas varié.

Systèmes de machines à vapeur.

Quoique la presque totalité des machines à vapeur employées sur les bâtiments de mer soient à basse pression et à condensation, le mécanicien conducteur doit connaître les différentes classes ou systèmes qui distinguent les machines à vapeur entre elles. Elles sont à *basse*, à *moyenne* ou à *haute pression;* c'est-à-dire, que les premières fonctionnent à une tension de vapeur qui ne dépasse pas une atmosphère et demie, les deuxièmes avec une tension de vapeur de 2 à 4 atmosphères, et les troisièmes avec une tension au-dessus de 4 et ne dépassant pas, généralement, 8 atmosphères. Ces trois classes principales se subdivisent encore, suivant qu'on fait usage ou non de la condensation et de la détente de la vapeur. Les machines à basse pression sont nécessairement à condensation et, actuellement, toutes avec détente; mais cette détente, combinée avec l'avance à la condensation, n'est employée que pour régulariser le jeu de l'appareil, et l'on n'en tient pas compte dans l'évaluation de la force motrice. Les machines à moyenne pression sont avec ou sans condensation et avec ou sans détente. Les machines à haute pression sont sans condensation et sans détente. On a récemment introduit l'usage de la détente dans les locomotives des chemins de fer.

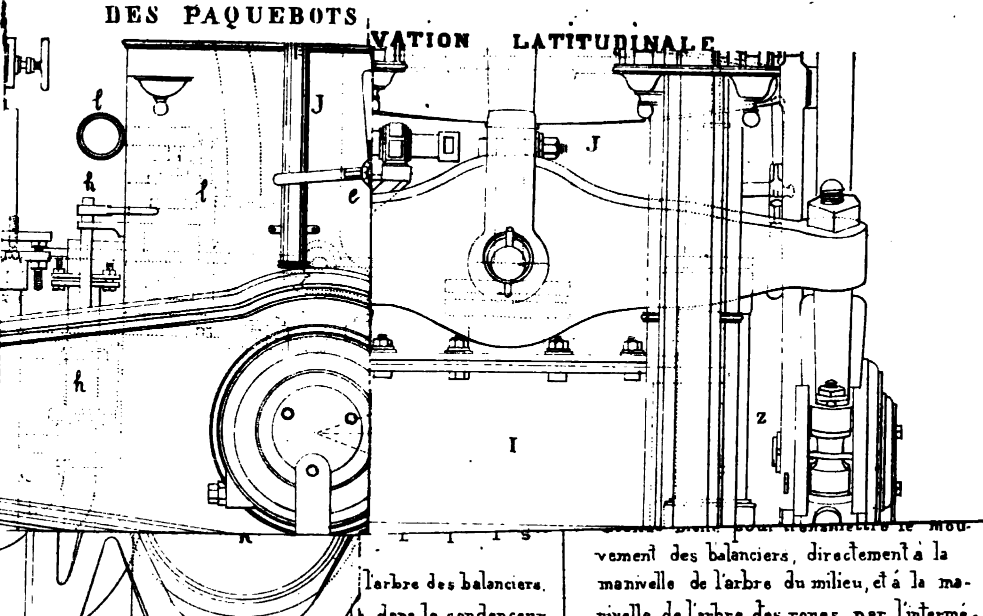
Manomètre.

La pression ou tension de la vapeur est mesurée par un instrument appelé

PI. 1



DES PAQUEBOTS



l'arbre des balanciers.
dans le condenseur.
quel on peut prendre
de la cale. h' Soupape
l'air du condenseur
la machine.

vée par la pompe à
t le degré du vide du

le réservoir de l'eau

vement des balanciers, directement à la manivelle de l'arbre du milieu, et à la manivelle de l'arbre des roues par l'intermédiaire d'une menotte.

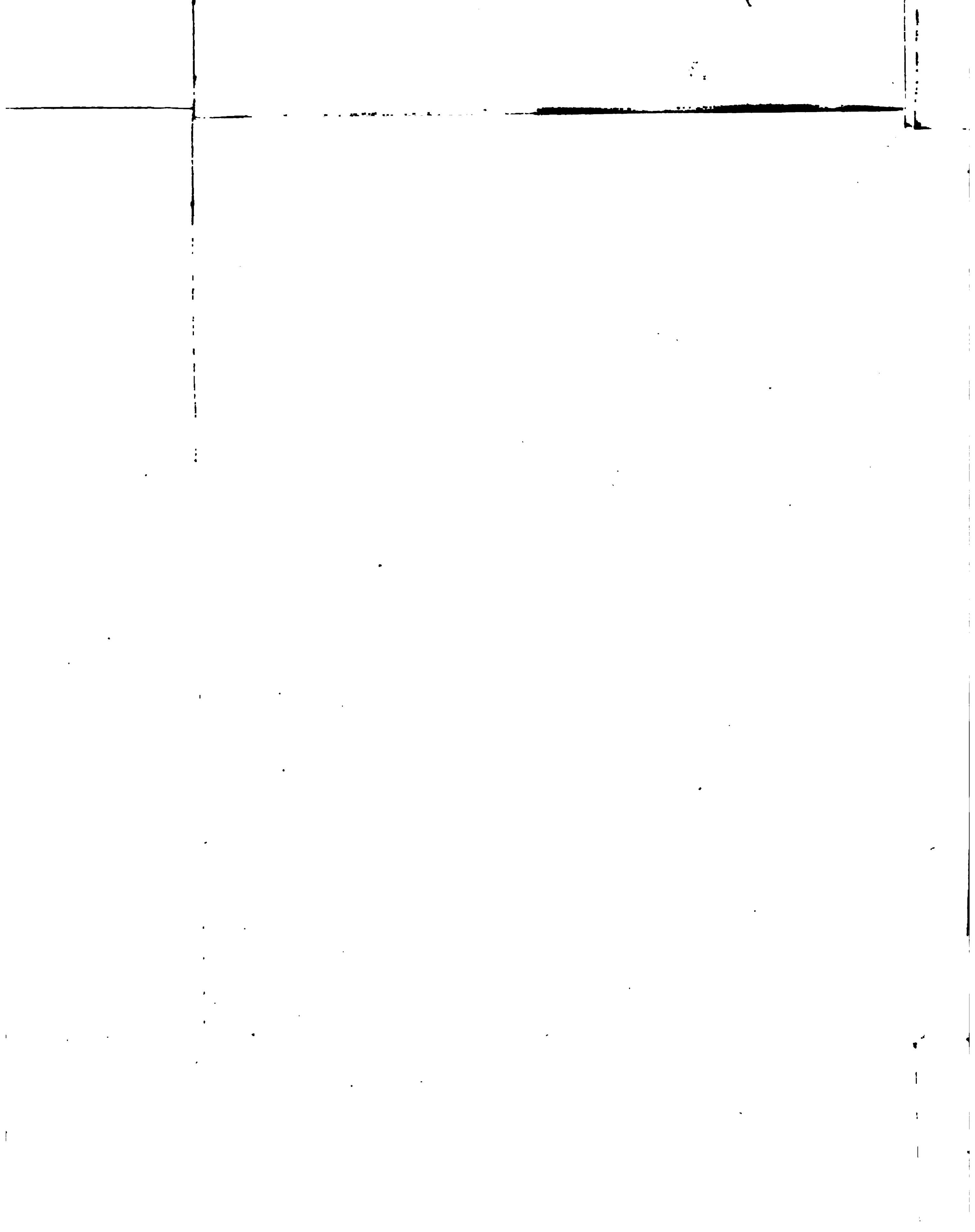
X Vue d'une partie des chaudières. X' Soutes latérales à charbon, s'étendant sur les côtés des machines.

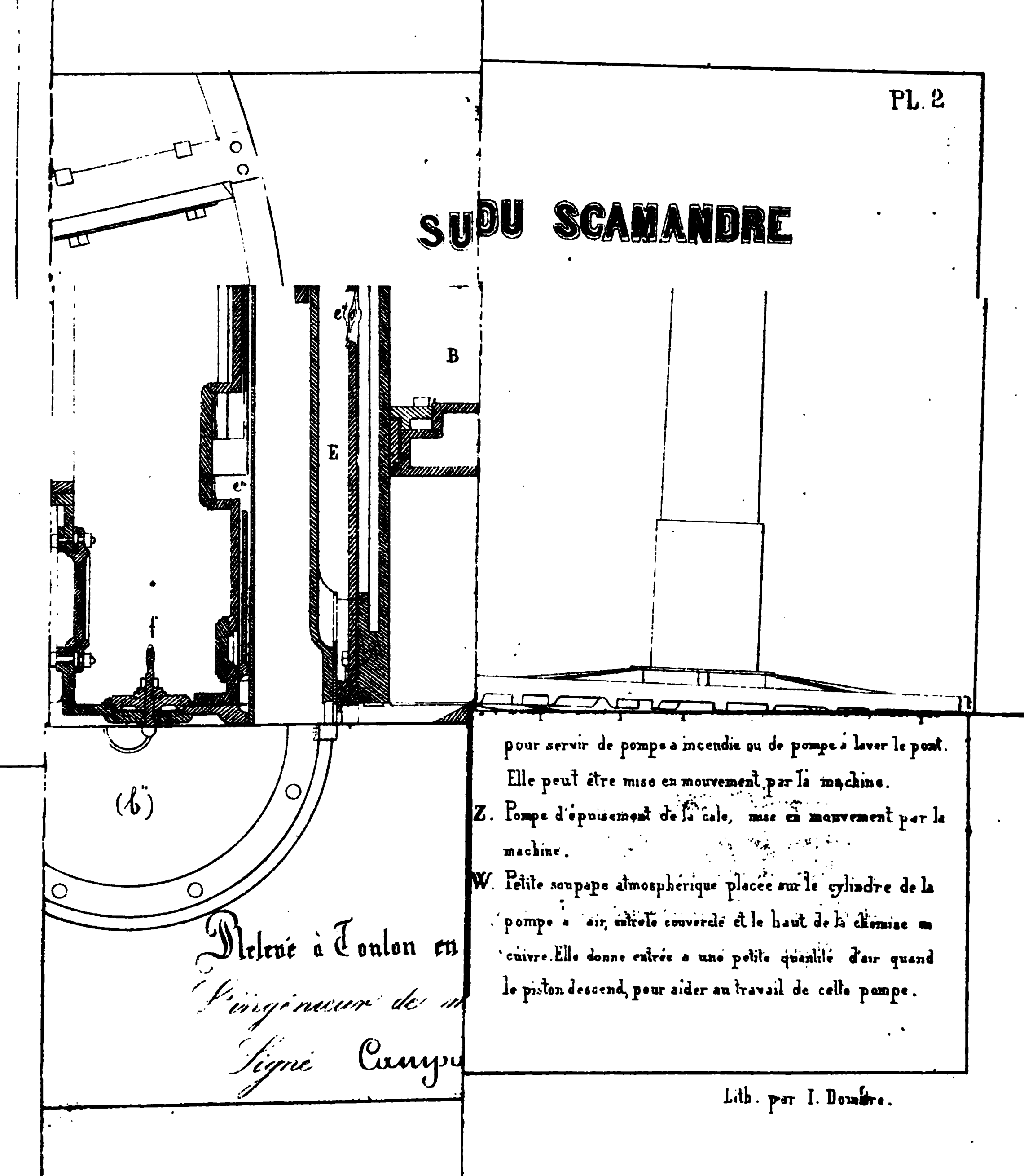
Y Pompe à bras pour remplir et vider les chaudières, ainsi que pour servir de pompe à incendie ou de pompe à laver. Elle peut être mise en mouvement par la machine.

Z Pompe d'épuisement du navire, mise en mouvement par la machine.

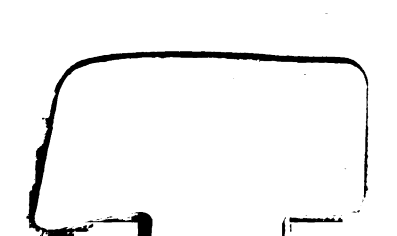
6 7 8 9 10   1. M.

Lith. par J. Dembre





Lith. par I. Domfre.




De l'etat actuel de
Cabot Science
3 2044 09